

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-206347  
(43)Date of publication of application : 28.07.2000

(51)Int.Cl. G02B 6/10  
G02B 5/18

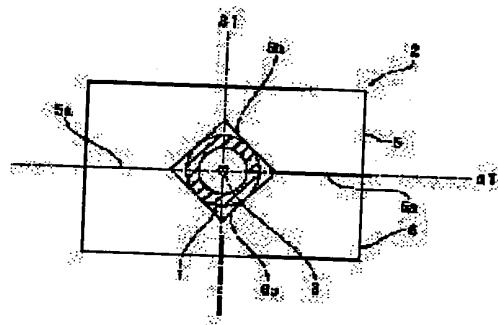
(21)Application number : 11-010629 (71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD  
(22)Date of filing : 19.01.1999 (72)Inventor : TAMURA MITSUAKI

## (54) OPTICAL DEVICE HAVING OPTICAL FIBER DIFFRACTION GRATING

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an optical device having an optical diffraction grating capable of fixing surely to a base material, an optical fiber part where a diffraction grating is formed without deteriorating an optical characteristic of the optical fiber.

**SOLUTION:** A base material 2 where an optical fiber 1 having a diffraction grating part is composed of a first base material 5 and a second base material 6, having the same negative thermal expansion coefficient. The first base material 5 and the second base material 6 are formed roughly in the same shape and fixed in the mutually abutting state. Roughly V-shaped groove parts 5b, 6b are formed roughly on the central position of a flange face 5a of the first base material 5 and a flange face 6a of the second base material 6, when viewed from the face perpendicular to the central axis of the optical fiber 1. In the state where the optical fiber 1 is pinched and held by the first base material 5 and the second base material 6, the optical fiber 1 is arranged on a position roughly on the axis of symmetry  $\alpha 1$  on the base material 2, when viewed from the face perpendicular to the central axis of the optical fiber 1.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.08.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3063849

[Date of registration] 12.05.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

## 参考技術

3

関エムテック関東

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-206347

(P2000-206347A)

(43) 公開日 平成12年7月28日 (2000.7.28)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>G 0 2 B 6/10  
5/18

識別記号

F I

G 0 2 B 6/10  
5/18

テームト(参考)

C 2 H 0 4 9  
2 H 0 5 0

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号

特願平11-10629

(22) 出願日

平成11年1月19日 (1999.1.19)

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 田村 充章

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電  
気工業株式会社横浜製作所内

(74) 代理人 100088155

弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

Fターム(参考) 2H049 AA51 AA58 AA59 AA62

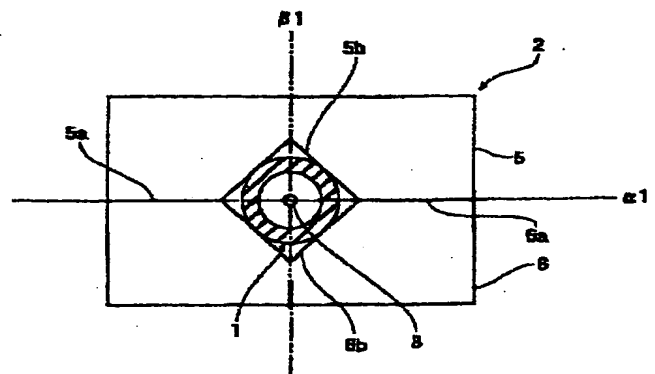
2H050 AC82 AC84 AD00

(54) 【発明の名称】 光ファイバ回折格子を有する光学装置

(57) 【要約】

【課題】 光ファイバの光学特性を悪化させることなく、回折格子が形成された光ファイバ部分を基材に対して確実に固定することが可能な光ファイバ回折格子を有する光学装置を提供すること。

【解決手段】 回折格子部4を有する光ファイバ1が固定される基材2は、同一の負の熱膨張係数を有する第1基材5と第2基材6とにより構成される。第1基材5と第2基材6とは概ね同一形状に形成されており、互いに当接された状態で固定される。光ファイバ1の中心軸に直交する面でみて、第1基材5のフランジ面5a及び第2基材6のフランジ面6aの略中央位置には、略V字状の溝部5b、6bが形成されている。第1基材5及び第2基材6とて光ファイバ1を挟持した状態において、光ファイバ1は、光ファイバ1の中心軸に直交する面で見ると、基材2内の略対称軸 $\alpha 1$ 上の位置に配設される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 中心軸方向の所定長さにわたって回折格子が形成された光ファイバと、  
前記光ファイバの使用温度範囲で所定の熱膨張係数を有し、前記光ファイバが固定される基材とを備え、  
前記基材の温度変化に伴う伸縮によって前記光ファイバの中心軸方向に生じる変位を前記光ファイバに印加するようにした光ファイバ回折格子を有する光学装置であって、  
前記回折格子が形成された光ファイバ部分は、前記光ファイバの中心軸に直交する面で見ると、前記基材内における略対称軸上の位置に配設されていることを特徴とする光ファイバ回折格子を有する光学装置。

【請求項2】 前記回折格子が形成された光ファイバ部分は、前記光ファイバの中心軸に直交する面で見ると、前記基材内における略対称中心の位置に配設されていることを特徴とする請求項1に記載の光ファイバ回折格子を有する光学装置。

【請求項3】 前記基材は、略同一形状の第1基材及び第2基材により構成されており、  
前記第1基材及び第2基材は、溝部が形成された光ファイバ固定面を有しており、  
前記光ファイバは、前記各溝部と当接した状態で前記各光ファイバ固定面の間に挟持されることにより前記基材に固定されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の光ファイバ回折格子を有する光学装置。

【請求項4】 前記第1基材及び第2基材は、  
前記回折格子が形成された光ファイバ部分の両側部に位置して設けられ、前記光ファイバ固定面が形成される固定部と、  
前記光ファイバの中心軸方向に延び且つ前記光ファイバの径方向に前記光ファイバから所定間隔を有して設けられ、前記固定部を接続する接続部とにより構成されていることを特徴とする請求項3に記載の光ファイバ回折格子を有する光学装置。

【請求項5】 前記基材には、前記光ファイバを前記基材内に埋め込むための溝部が形成されており、  
前記光ファイバが、前記溝部に埋め込まれた状態で前記基材に固定されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の光ファイバ回折格子を有する光学装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ファイバのコア部の屈折率を中心軸に沿って周期的に変化させた回折格子が形成されている光ファイバ回折格子を有する光学装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】光ファイバ回折格子は、入射光に対して特定の反射波長の光を出射することができるため、波長の異なる光信号を1本の光ファイバを介して多重伝送す

る分割多重伝送波長分割多重伝送方式の光通信システム等における重要な光部品として注目されている。

【0003】光ファイバ回折格子では、一般に、クラッド部の周囲に設けられ樹脂からなる被覆層を軸方向の所定長さにわたって除去し、クラッド部を露出させた状態で紫外線を照射することにより、露出したクラッド部の内側に位置するコア部の中心軸方向に沿った所定領域に回折格子を形成している。このように構成した光ファイバ回折格子は、使用温度範囲では光ファイバが正の熱膨張係数を有しているため、周囲温度が変化すると、光ファイバが伸縮して、光ファイバに応力が印加されることになる。したがって、光弾性効果により、光ファイバガラス部の屈折率が変化するため、回折格子によるブラッグ波長が変化することになる。この回折格子によるブラッグ波長の温度依存性を無くするためには、回折格子が形成された光ファイバに加わる張力を低温時には増加させ、高温時には低下させる必要がある。

【0004】このため、温度補償デバイスに回折格子が形成された光ファイバを固定することが行われている。例えば、熱膨張係数の小さいアンバーから成る基材の両端にそれぞれ熱膨張係数の比較的大きいA1ブラケットを取り付け、このA1ブラケットに回折格子が形成された光ファイバを所定の張力を付与した状態で固定した構造のものが提案されている。この構造では、2つの留め金間の距離が高温時には収縮し、低温時には拡大するので、回折格子が形成された光ファイバに加わる張力を低温時には増加させ、高温時には低下させることができる。

【0005】また、回折格子が形成された光ファイバを負の熱膨張係数を有する基材に設けられた凸部に接合することで、ブラッグ波長がほぼ温度に依存しなくなるようにし、上述した光ファイバ回折格子における温度変化に対する反射波長の不安定性に関する問題を解決した構造のものも提案されている。（特開平10-96827号公報参照）。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、本発明者らの調査研究の結果、上述した光ファイバの固定構造では以下のような問題があることが判明した。上述した光ファイバの固定構造では、光ファイバの中心軸の一方側に基材等の温度補償デバイスが配設されており、光ファイバの中心軸に対して非対称構造となる。このため、基材が温度変化により反り変形が発生することになり、光ファイバの基材に固定されている部分に曲げの応力が発生して、所望の光学特性を得ることができない可能性があることが判明した。

【0007】本発明は上述の点に鑑みてなされたもので、光ファイバの光学特性を悪化させることなく、回折格子が形成された光ファイバ部分を基材等の温度補償デバイスに対して確実に固定することが可能な光ファイバ

回折格子を有する光学装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、中心軸方向の所定長さにわたって回折格子が形成された光ファイバと、光ファイバの使用温度範囲で所定の熱膨張係数を有し、光ファイバが固定される基材とを備え、基材の温度変化に伴う伸縮によって光ファイバの中心軸方向に生じる変位を光ファイバに印加するようにした光ファイバ回折格子を有する光学装置であって、回折格子が形成された光ファイバ部分は、光ファイバの中心軸に直交する面で見ると、基材内における略対称軸上の位置に配設されていることを特徴としている。

【0009】請求項1に記載の光ファイバ回折格子を有する光学装置によれば、回折格子が形成された光ファイバ部分は、光ファイバの中心軸に直交する面で見ると、基材内の略対称軸上の位置に配設されているので、基材の温度変化による反り変形の発生が抑制され、光ファイバの基材に固定されている部分への曲げ応力の作用が抑制される。従って、回折格子が形成された光ファイバに加わる張力を温度変化に応じて適切に変化させることができ、光ファイバの光学特性を悪化させることなく、回折格子が形成された光ファイバ部分を基材に対して確実に固定することが可能となる。また、基材に反り変形が生じた場合には、光ファイバの中心軸方向での実質的に光ファイバに印加される基材の変位の量が減少するため、所望の変位量が確保できないことにもなるが、基材の反り変形の発生が抑制されるため、基材の温度変化に伴う伸縮によって生じる変位が光ファイバに適切に印加されることになり、所望の特性を確保することが可能となる。

【0010】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明において、回折格子が形成された光ファイバ部分は、光ファイバの中心軸に直交する面で見ると、基材内における略対称中心の位置に配設されていることを特徴としている。この場合には、回折格子が形成された光ファイバ部分は、光ファイバの中心軸に直交する面で見ると、基材の略対称中心の位置に配設されているので、基材の温度変化による反り変形の発生がより抑制される。従って、光ファイバの基材に固定されている部分への曲げ応力の作用をより抑制した上で、回折格子が形成された光ファイバに加わる張力を温度変化に応じてより適切に変化させることが可能となる。

【0011】請求項3に記載の発明は、請求項1又は2に記載の発明において、基材は、略同一形状の第1基材及び第2基材により構成されており、第1基材及び第2基材は、溝部が形成された光ファイバ固定面を有しており、光ファイバは、各溝部と当接した状態で各光ファイバ固定面の間に挟持されることにより基材に固定されていることを特徴としている。この場合には、回折格子が形成された光ファイバ部分を基材の略対称軸上又は略対

称中心の位置に配設し得る構造を簡易且つ低コストで実現することが可能となる。

【0012】請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の発明において、第1基材及び第2基材は、回折格子が形成された光ファイバ部分の両側部に位置して設けられ、光ファイバ固定面が形成される固定部と、光ファイバの中心軸方向に延び且つ光ファイバの径方向に光ファイバから所定間隔置いて設けられ、固定部を接続する接続部とにより構成されていることを特徴としている。光ファイバを導波してきた導波光が回折格子を透過すべき波長のものであるときには、その導波光の殆どは導波光として回折格子形成領域を透過するが、回折格子形成領域において屈折率変化に伴いモードフィールド径が変化するため、一部は、放射光としてクラッド部へ放射される。この放射光は、クラッド部とその外側の層（空気層または被覆層）との界面で反射した後、再び導波光になり、再結合を起こすことがある。回折格子からクラッド部へ放射される放射光がクラッド部と保護する層との界面、あるいは保護する層とその外側の層との界面で反射した後コア部にて再結合する可能性を極力小さくするために、回折格子が形成された光ファイバ部分の周囲にクラッド部より高いもしくは同等の屈折率を有する保護層を設けることが考えられる。固定部間に設けられる接続部が光ファイバの中心軸方向に延び且つ光ファイバの径方向に光ファイバから所定間隔置いて設けられているので、回折格子が形成された光ファイバ部分に上述したような保護層を設ける等、回折格子が形成された光ファイバ部分の再被覆（リコート）を容易に行うことが可能となる。

【0013】請求項5に記載の発明は、請求項1又は2に記載の発明において、基材には、光ファイバを埋め込むための溝部が形成されており、光ファイバが、溝部に埋め込まれた状態で基材に固定されていることを特徴としている。この場合には、回折格子が形成された光ファイバ部分を基材の略対称軸上又は略対称中心の位置に配設し得る構造をより簡易で且つより低コストで実現することが可能となる。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0015】（第1の実施形態）先ず、第1の実施形態について説明する。図1～図3は、本発明にかかる第1の実施形態の光ファイバ回折格子を有する光学装置を示している。

【0016】光ファイバ1が温度補償デバイスとしての基材2に固定されている。光ファイバ1には、波長をモニターしながら、光ファイバ1の中心軸方向に沿って光ファイバ1のコア部3の屈折率が変化する回折格子部4が所定領域形成されている。

【0017】基材2は、負の熱膨張係数を有する第1基材5と第1基材5と同じ負の熱膨張係数を有する第2基材6とにより構成されている。第1基材5及び第2基材6は概ね直角柱状に形成されており、光ファイバ1の中心軸方向（図2において左右方向）での長さ、光ファイバ1の径方向での高さ（図1において上下方向）及び幅（図1において左右方向）が同等に設定されている。第1基材5と第2基材6とは当接された状態で互いに接着固定される。図3に示すように、光ファイバ1の中心軸に直交する面でみて、第1基材5の第2基材6に対向したフランジ面5a及び第2基材6の第1基材5に対向したフランジ面6aの略中央位置には、略V字状の溝部5b、6bが形成されている。両溝部5b、6bとも、光ファイバ1の径方向での深さ及び幅が同等に設定されている。従って、第1基材5及び第2基材6は、略同一形状に形成されることになる。

【0018】第1基材5及び第2基材6は、例えば、LiO512O3-SiO2系結晶化ガラスにBaOを添加したものであって、(-83~-94)E-7/Kの熱膨張係数を有するものを使用している。BaOを添加するのは、第1基材5及び第2基材6の熱膨張係数を調整するためである。これにより、光ファイバ1の使用温度範囲にわたって、温度変化に対するブラッグ波長の安定性を確保することが可能となる。

【0019】光ファイバ1の基材2への固定は、光ファイバ1は、回折格子部4の中心波長をモニターしながら回折格子部4に所定の張力が与えられた状態で、第1基材5と第2基材6とを接着固定することにより行われる。光ファイバ1を固定する際には、基材2と光ファイバ1の回折格子部4は所定の温度に加熱している。このようにして光ファイバ1を固定することにより、光ファイバ1の使用温度範囲において、基材2の熱変位が光ファイバ1に適切に伝えられることになり、回折格子部4での温度変化に対するブラッグ波長の安定性を保つことが可能となる。

【0020】以上のように、本実施形態によれば、第1基材5及び第2基材6が略同一形状に形成されているので、第1基材5のフランジ面5aと第2基材6のフランジ面6aの当接位置に、基材2の対称軸（対称面） $\alpha 1$ が存在することになる。また、第1基材5及び第2基材6の両溝部5b、6bも略同一形状に形成されていることから、第1基材5及び第2基材6とで光ファイバ1を挟持した状態において、光ファイバ1（回折格子部4）は、光ファイバ1の中心軸に直交する面で見て、基材2内の略対称軸 $\alpha 1$ 上の位置に配設されることになる。これにより、第1基材5及び第2基材6の温度変化による反り変形の発生が抑制されるため、光ファイバ1の基材2に固定されている部分への曲げ応力の作用が抑制され、基材2の温度変化に伴う伸 びによって生じる変位が光ファイバ1により適切に印加される。従って、回折格子

部4が形成された光ファイバ1に加わる張力を温度変化に応じて適切に変化させることができ、光ファイバ1の光学特性を悪化させることなく、回折格子部4が形成された光ファイバ部分を基材2に対して確実に固定することが可能となる。

【0021】また、光ファイバ1を挟持する第1基材5及び第2基材6を略同一形状に形成する、第1基材5及び第2基材6の両溝部5b、6bを略同一形状に形成することにより、回折格子部4が形成された光ファイバ部分を基材2の略対称軸 $\alpha 1$ 上の位置に配設し得る構造が実現される。従って、光学装置が複雑化せず、高コスト化を抑制することができる。

【0022】更に、本実施形態においては、溝部5b、6bが第1基材5のフランジ面5a又は第2基材6のフランジ面6aの略中央位置に設けられているので、基材2の幅方向（図1において左右方向）での中央位置に、対称軸（対称面） $\alpha 1$ に直交する対称軸（対称面） $\beta 1$ も存在し、光ファイバ1（回折格子部4）は、基材2内の対称軸 $\beta 1$ 上の位置にも配設されることになる。従って、光ファイバ1の基材2にねじれ等の変形の発生も抑制することになり、光ファイバ1の基材2に固定されている部分への曲げ応力の作用をより抑制することが可能となる。

【0023】（第2の実施形態）次に、第2の実施形態について説明する。図4及び図5は、本発明にかかる第2の実施形態の光ファイバ回折格子を有する光学装置を示している。

【0024】第1の実施形態における光ファイバ回折格子を有する光学装置と第2の実施形態における光ファイバ回折格子を有する光学装置とは、基材の形状に関して相違する。

【0025】温度補償デバイスとしての基材12は、負の熱膨張係数を有する第1基材15と第1基材15と同じ負の熱膨張係数を有する第2基材16とにより構成されている。第1基材15及び第2基材16は、断面が略半真円のかまぼこ形状に形成されている。第1基材15と第2基材16とは当接された状態で互いに接着固定される。図5に示すように、光ファイバ1の中心軸に直交する面でみて、第1基材15の第2基材16に対向したフランジ面15a及び第2基材16の第1基材15に対向したフランジ面16aの略中央位置には、略V字状の溝部15b、16bが形成されている。両溝部15b、16bとも、光ファイバ1の径方向での深さ及び幅が同等に設定されている。従って、第1基材15及び第2基材16は略同一形状に形成され、第1基材15及び第2基材16とを接合した状態では、光ファイバ1の中心軸に直交する面でみて、基材12の外形は略真円形状を呈することになる。

【0026】以上のように、本実施形態によれば、第1基材15及び第2基材16とで光ファイバ1を挟持した

状態において、第1基材15及び第2基材16はその断面が略半真円状のかまぼこ形状に形成されているので、第1基材15のフランジ面15aと第2基材16のフランジ面16aとを当接させて固定した状態では、基材12の断面が略真円形状に形成されることになる。従って、基材12の中心位置に光ファイバ1（回折格子部4）が存在することになり、光ファイバ1（回折格子部4）は、基材12内の略対称中心 $\gamma$ 1の位置に配設されることになる。これにより、第1の実施形態のものより、更に、光ファイバ1の基材12に固定されている部分への曲げ応力の作用がより抑制され、基材12の温度変化に伴う伸縮によって生じる変位が光ファイバ1により適切に印加される。従って、回折格子部4が形成された光ファイバ部分に加わる張力を温度変化に応じて変化させることが可能となり、光ファイバ1の光学特性をより悪化させることなく、回折格子部4が形成された光ファイバ部分を基材12に対して確実に固定することが可能となる。

【0027】また、第1の実施形態と同様に、光ファイバ1を挟持する第1基材15及び第2基材16を略同一形状に形成する、第1基材15及び第2基材16の両溝部15b、16bを略同一形状に形成することで、回折格子部4が形成された光ファイバ部分を基材12の略対称軸上の位置に配設し得る構造が実現される。従って、光学装置が複雑化せず、高コスト化を抑制することができる。

【0028】（第3の実施形態）次に、第3の実施形態について説明する。図6～図8は、本発明にかかる第3の実施形態の光ファイバ回折格子を有する光学装置を示している。

【0029】第1及び第2の実施形態における光ファイバ回折格子を有する光学装置と第3の実施形態における光ファイバ回折格子を有する光学装置とは、基材の形状及び光ファイバの固定方法に関して相違する。

【0030】光ファイバ1は、温度補償デバイスである基材22に対して接着剤23により固定されている。基材22は、負の熱膨張係数を有している。接着剤23による固定は、図7に示すように、基材22の光ファイバ1の中心軸方向での両端部においてなされている。基材22は、断面が長方形に形成された直角柱とされている。基材22には、図8に示すように、光ファイバ1を埋め込むための溝部24が、基材22の光ファイバ1の中心軸方向での両端部間にわたって設けられている。溝部24は、光ファイバ1の中心軸方向に直交する面でみて、基材22の長軸方向（図6において左右方向）に延びる第1面22aの中央部から、基材22の短軸方向

（図6において上下方向）に延びて形成されている。溝部24の底部24aは、光ファイバ1の外形と略同一の形状を有した円弧形状に形成されており、底部24aの曲率中心が、基材22の短軸方向（図6において上下方

向）及び基材22の長軸方向（図6において左右方向）において、基材22の中心位置に略一致するように設定されている。従って、光ファイバ1を溝部24に接触させて載置させた状態で、光ファイバ1の中心軸が基材22の短軸方向及び長軸方向の略中心位置に配設されることになる。

【0031】以上のように、本実施形態によれば、溝部24の底部24aは、光ファイバ1の外形と略同一の形状を有した円弧形状に形成されており、底部24aの曲率中心が、基材22の短軸方向及び基材の長軸方向において、基材22の中心位置に略一致するように設定されているので、光ファイバ1が基材22の溝部24に埋め込まれ固定された状態において、光ファイバ1（回折格子部4）は、光ファイバ1の中心軸に直交する面で見て、基材22内の略対称軸 $\alpha$ 2上の位置に配設されることになる。これにより、基材22の温度変化による反り変形の発生が抑制されるため、光ファイバ1の基材22に固定されている部分への曲げ応力の作用を抑制され、基材22の温度変化に伴う伸縮によって生じる変位が光ファイバ1により適切に印加される。従って、回折格子部4が形成された光ファイバ1に加わる張力を温度変化に応じて変化させることができ、光ファイバ1の光学特性を悪化させることなく、回折格子が形成された光ファイバ部分を基材に対して確実に固定することが可能となる。

【0032】1つの基材22に形成される溝部24の形状を適切に設定することにより、回折格子部4が形成された光ファイバ部分を基材22の略対称軸上の位置に配設し得る構造が実現される。従って、複数の基材を有する第1又は第2の実施形態のものより、光学装置がより複雑化せず、高コスト化をより抑制することができる。

【0033】更に、本実施形態においては、溝部24が基材22の長軸方向の中央部に設けられているので、基材22の長軸方向（図6において左右方向）での中央位置に対称軸（対称面） $\alpha$ 2に直交する対称軸（対称面） $\beta$ 2も存在し、光ファイバ1（回折格子部4）は、基材22内の略対称軸 $\beta$ 2上の位置にも配設されることになる。従って、光ファイバ1の基材22にねじれ等の変形の発生も抑制することになり、光ファイバ1の基材22に固定されている部分への曲げ応力の作用をより抑制することが可能となる。

【0034】（第4の実施形態）次に、第4の実施形態について説明する。図9及び図10は、本発明にかかる第4の実施形態の光ファイバ回折格子を有する光学装置を示している。

【0035】第3の実施形態における光ファイバ回折格子を有する光学装置と第4の実施形態における光ファイバ回折格子を有する光学装置とは、基材の形状に関して相違する。

【0036】光ファイバ1は、負の熱膨張係数を有する

基材32に対して接着剤23により固定されている。接着剤23による固定は、第3の実施形態と同様に、基材32の両端部近傍においてなされている。基材32は、断面が略真円形状に形成された円柱とされている。基材32には、光ファイバ1を埋め込むための溝部34が、第3の実施形態と同様に、基材32の光ファイバ1の中心軸方向での両端部間にわたって設けられている。溝部34は、光ファイバ1の中心軸方向に直交する面でみて、基材32の外周部分から中心部方向（図9において上下方向）に向かって延びて形成されている。溝部34の底部34aは、光ファイバ1の外形と略同一の形状を有して形成されており、底部34aの曲率中心が、基材32の中心位置に略一致するように設定されている。従って、光ファイバ1を溝部34に接触させて載置させた状態で、光ファイバ1の中心軸方向に直交する面でみて光ファイバ1の中心軸が基材32の略中心位置に配設されることになる。

【0037】以上のように、本実施形態によれば、溝部34の底部34aは、光ファイバ1の外形と略同一の形状を有した円弧状に形成されており、底部34aの曲率中心が、基材32の略中心位置に略一致するように設定されているので、光ファイバ1が基材32の溝部34に埋め込まれ固定された状態において、光ファイバ1（回折格子部4）は、光ファイバ1の中心軸に直交する面で見て、基材32内の略対象中心 $\gamma$ 2の位置に配設されることになる。これにより、第3の実施形態のものより、更に、光ファイバ1の基材32に固定されている部分への曲げ応力の作用がより抑制され、基材32の温度変化に伴う伸縮によって生じる変位が光ファイバ1により適切に印加される。従って、回折格子部4が形成された光ファイバ1に加わる張力を温度変化に応じて変化させることが可能となり、光ファイバ1の光学特性をより悪化させることなく、回折格子部4が形成された光ファイバ部分を基材32に対して確実に固定することが可能となる。

【0038】また、第3の実施形態と同様に、1つの基材32に形成される溝部34の形状を適切に設定することで、回折格子部4が形成された光ファイバ部分を基材32の略対称軸上の位置に配設し得る構造が実現される。従って、複数の基材を有する第1又は第2の実施形態のものより、光学装置がより複雑化せず、高コスト化をより抑制することができる。

【0039】（第5の実施形態）次に、第5の実施形態について説明する。図11～図14は、本発明にかかる第5の実施形態の光ファイバ回折格子を有する光学装置を示している。

【0040】温度補償デバイス41は、光ファイバ1を固定するための第1及び第2A1ブラケット42、43と、第1A1ブラケット42、42間又は第2A1ブラケット43、43間を接続する第1及び第2ガラス基材

44、45とにより構成されている。第1及び第2A1ブラケット42、43は、回折格子部4が形成された光ファイバ部分の両側に位置して設けられている。第1及び第2ガラス基材44、45は石英ガラス等からなり、光ファイバ1の中心軸方向に延び且つ光ファイバ1の径方向に光ファイバ1から所定間隔を有して設けられている。第1ガラス基材44及び第2ガラス基材45は、第1A1ブラケット42と第2A1ブラケット43とにより挟持されて固定されている。本実施形態においては、第1及び第2A1ブラケット42、43が請求項における固定部を構成し、第1及び第2ガラス基材44、45が請求項における接続部を構成している。また、第1A1ブラケット42と第1ガラス基材44とが請求項における第1基材を構成し、第2A1ブラケット43と第2ガラス基材45とが請求項における第2基材を構成している。

【0041】第1ガラス基材44と第2ガラス基材45とは、図12又は図13に示すように、互いに同一形状を有し、円柱状に形成されている。第1ガラス基材44と第2ガラス基材45とは、光ファイバ1の中心軸を含んで光ファイバ1の中心軸方向に延びる平面上で、光ファイバ1の中心軸を挟んで、対称位置に設けられている。

【0042】第1及び第2A1ブラケット42、43は、図12又は図13に示すように、互いに同一形状を有する第1ブラケット46、48と第2ブラケット47、49とにより構成されている。第1ブラケット46、48及び第2ブラケット47、49は、光ファイバ1を挟持して固定するための光ファイバ固定部46a、47a、48a、49aと、第1ガラス基材44又は第2ガラス基材45を固定するためのガラス基材固定部46b、47b、48b、49bとを有している。光ファイバ固定部46a、47a、48a、49aは、光ファイバ1の中心軸に直交する面での断面が矩形に形成されている。光ファイバ1の中心軸方向でみて、光ファイバ固定部46a、47a、48a、49aの長さは、光ファイバ1を固定するための側圧を確保するために、所望の長さを確保する必要があり、本実施例においては、ガラス基材固定部46b、47b、48b、49bの長さより長く設定されているが、ガラス基材固定部46b、47b、48b、49bの長さを光ファイバ固定部46a、47a、48a、49aの長さと同等に設定してもよい。

【0043】図14に示すように、第1A1ブラケット42の第1及び第2ブラケット46、47の第2A1ブラケット43に対向したフランジ面46c、47c及び第2A1ブラケット43の第1及び第2ブラケット48、49の第1A1ブラケット42に対向したフランジ面48c、49cの、光ファイバ1の中心軸に直交する面でみて略中央位置には、略V字形状の溝部46d、4

7d、48d、49dが形成されている。溝部46d、47d、48d、49dも、光ファイバ1の径方向での深さ及び幅が同等に設定されている。また、第1A1ブラケット42のフランジ面46c、47c及び第2A1ブラケット43のフランジ面48c、49cのガラス基材固定部46b、47b、48b、49bに位置する部分には、略V字形状の溝部46e、47e、48e、49eが形成されており、光ファイバ1の径方向での深さ及び幅が同等に設定されている。溝部46dと溝部47dとで、あるいは、溝部48dと溝部49dとで光ファイバ1を挟持した状態、及び、溝部46eと溝部47eとで、あるいは、溝部48eと溝部49eとで第1又は第2ガラス基材44、45を挟持した状態で、第1ブラケット46、48同士又は第2ブラケット47、49同士は、互いに当接された状態で接着固定される。

【0044】以上のように、本実施形態によれば、第1ブラケット46、48及び第2ブラケット47、49が略同一形状に形成されているので、第1A1ブラケット42の第1ブラケット46のフランジ面46cと第2A1ブラケット43の第1ブラケット48のフランジ面48cの当接位置に、及び、第1A1ブラケット42の第2ブラケット47のフランジ面47cと第2A1ブラケット43の第2ブラケット49のフランジ面49cの当接位置に、第1A1ブラケット42及び第2A1ブラケット43の対称軸（対称面） $\alpha 3$ が存在することになる。また、第1ブラケット46、48及び第2ブラケット47、49の溝部46d、47d、48d、49dも略同一形状に形成されていることから、第1A1ブラケット42及び第2A1ブラケット43とで光ファイバ1を挟持した状態において、光ファイバ1（回折格子部4）は、光ファイバ1の中心軸に直交する面で見て、第1A1ブラケット42及び第2A1ブラケット43内の対称軸 $\alpha 3$ 上の位置に配設されることになる。これにより、第1A1ブラケット42及び第2A1ブラケット43の温度変化による反り変形の発生が抑制されるため、光ファイバ1の第1A1ブラケット42及び第2A1ブラケット43に固定されている部分への曲げ応力の作用が抑制され、温度補償デバイス41（第1A1ブラケット42及び第2A1ブラケット43）の温度変化に伴う伸縮によって生じる変位が光ファイバ1により適切に印加される。従って、回折格子部4が形成された光ファイバ1に加わる張力を温度変化に応じて変化させることができ、光ファイバ1の光学特性を悪化させることなく、回折格子部4が形成された光ファイバ部分を温度補償デバイス41に対して確実に固定することが可能となる。

【0045】更に、第1及び第2ガラス基材44、45が光ファイバ1の中心軸方向に延び且つ光ファイバ1の径方向に光ファイバ1から所定間隔置いて設けられているので、温度補償デバイス41の温度変化による熱変位は第1及び第2A1ブラケット42、43を介して光フ

ァイバ1に伝えられることになる。これにより、光ファイバ1の温度補償デバイス41に固定されている部分への曲げ応力の作用を抑制した上で、温度補償デバイス41の熱変位をより適切に光ファイバ1に伝えることができ、光ファイバ1（回折格子部4）を第1A1ブラケット42及び第2A1ブラケット43内の対称軸 $\alpha 3$ 上に配設したとと相まって、回折格子部4が形成された光ファイバ1に加わる張力をより適切に変化させることができる。

【0046】また、回折格子部4からクラッド部へ放射される放射光がクラッド部と保護する層との界面、あるいは保護する層とその外側の層との界面で反射した後コア部3にて再結合する可能性を極力小さくするために、回折格子部4が形成された光ファイバ部分の周囲にクラッド部より高いもしくは同等の屈折率を有する保護層を設けることが考えられる。この際に、第1及び第2ガラス基材44、45が光ファイバ1の中心軸方向に延び且つ光ファイバ1の径方向に光ファイバ1から所定間隔置いて設けられているので、回折格子部4が形成された光ファイバ部分に上述したような保護層を設ける等の再被覆（リコート）を容易に行うことが可能となる。

【0047】（第6の実施形態）最後に、第6の実施形態について説明する。図15～図18は、本発明にかかる第6の実施形態の光ファイバ回折格子を有する光学装置を示している。

【0048】第5の実施形態における光ファイバ回折格子を有する光学装置と第6の実施形態における光ファイバ回折格子を有する光学装置とは、第1及び第2A1ブラケットの形状に関して相違する。

【0049】温度補償デバイス51は、第1及び第2A1ブラケット52、53並びに第1及び第2ガラス基材44、45とにより構成されている。

【0050】第1及び第2A1ブラケット52、53は、図16又は図17に示すように、互いに同一形状を有する第1ブラケット56、58と第2ブラケット57、59とにより構成されている。第1ブラケット56、58及び第2ブラケット57、59は、光ファイバ1を固定するための光ファイバ固定部56a、57a、58a、59aと、第1ガラス基材44又は第2ガラス基材45を固定するためのガラス基材固定部56b、57b、58b、59bとを有している。光ファイバ固定部56a、57a、58a、59aは、光ファイバ1の中心軸に直交する面での断面が略半真円状に形成されたかまぼこ形状を呈している。ガラス基材固定部56b、57b、58b、59bは、光ファイバ固定部56a、57a、58a、59aの径方向に延びてフランジ状に形成されており、その外周は略半真円状に形成されている。従って、第1A1ブラケット52と第2A1ブラケット53とを固定した状態では、光ファイバ1の中心軸に直交する面でみて、第1A1ブラケット52及び第2



A1ブラケット53の外形は略真円形状を呈することになる。

【0051】図18に示すように、第1A1ブラケット52の第1及び第2ブラケット56、57の第2A1ブラケット53に対向したフランジ面56c、57c及び第2A1ブラケット53の第1及び第2ブラケット58、59の第1A1ブラケット52に対向したフランジ面58c、59cの、光ファイバ1の中心軸に直交する面みて略中央位置には、略V字状の溝部56d、57d、58d、59dが形成されている。溝部56d、57d、58d、59dも、光ファイバ1の径方向での深さ及び幅が同等に設定されている。また、第1A1ブラケット52のフランジ面56c、57c及び第2A1ブラケット53のフランジ面58c、59cのガラス基材固定部56b、57b、58b、59bに位置する部分には、略V字形状の溝部56e、57e、58e、59eが形成されており、光ファイバ1の径方向での深さ及び幅が同等に設定されている。溝部56dと溝部57dとで、あるいは、溝部58dと溝部59dとで光ファイバ1を挟持した状態、及び、溝部56eと溝部57eとで、あるいは、溝部58eと溝部59eとで第1又は第2ガラス基材44、45を挟持した状態で、第1ブラケット46、48同士又は第2ブラケット47、49同士は、互いに当接された状態で接着固定される。

【0052】以上のように、本実施形態によれば、第1A1ブラケット52と第2A1ブラケット53とで光ファイバ1を挟持した状態において、第1A1ブラケット52及び第2A1ブラケット53（第1ブラケット56、58及び第2ブラケット57、59）はその断面が略半真円状のかまぼこ形状に形成されているので、第1A1ブラケット52のフランジ面56c、58cと第2A1ブラケット53のフランジ面57c、59cとを当接させて固定した状態では、光ファイバ1の中心軸に直交する面における断面が略真円形状に形成されることになる。従って、第1A1ブラケット52及び第2A1ブラケット53にて構成される固定部の略中心位置に光ファイバ1（回折格子部4）が存在することになり、光ファイバ1（回折格子部4）は、第1A1ブラケット52及び第2A1ブラケット53内の略対称中心 $\gamma$ 3の位置に配設されることになる。これにより、第5の実施形態のものより、光ファイバ1の第1A1ブラケット52及び第2A1ブラケット53に固定されている部分への曲げ応力の作用がより抑制され、温度補償デバイス51（第1A1ブラケット52及び第2A1ブラケット53）の温度変化に伴う伸縮によって生じる変位が光ファイバ1により適切に印加される。従って、回折格子部4が形成された光ファイバ1に加わる張力を温度変化に応じて変化させることが可能となり、光ファイバ1の光学特性をより悪化させることなく、回折格子部4が形成された光ファイバ部分を第1A1ブラケット52及び第2A

1ブラケット53に対して確実に固定することが可能となる。

【0053】更に、第1及び第2ガラス基材44、45が光ファイバ1の中心軸方向に延び且つ光ファイバ1の径方向に光ファイバ1から所定間隔置いて設けられているので、温度補償デバイス51の温度変化による熱変位は第1及び第2A1ブラケット52、53を介して光ファイバ1に伝えられることになる。これにより、光ファイバ1の温度補償デバイス51に固定されている部分への曲げ応力の作用を抑制した上で、温度補償デバイス51の熱変位をより適切に光ファイバ1に伝えることができ、光ファイバ1（回折格子部4）を第1A1ブラケット52及び第2A1ブラケット53内の対称中心 $\gamma$ 3上に配設したことと相まって、回折格子部4が形成された光ファイバ1に加わる張力をより適切に変化させることができる。また、第5の実施形態と同様に、回折格子部4が形成された光ファイバ部分に保護層を設ける等の再被覆（リコート）を容易に行うことが可能となる。

【0054】上述した各実施形態の変形例として、光ファイバ1のクラッド部の周囲に設けられた被覆層が所定長さにわたって除去されてクラッド部が露出している露出部分に対して、光ファイバ1の中心軸方向に沿って光ファイバ1のコア部の屈折率が変化する回折格子部4を所定領域形成し、この被覆層が除去された状態の光ファイバを温度補償デバイスに固定するように構成してもよい。

【0055】また、第1、第3及び第5の実施形態において、回折格子部4が形成された1本の光ファイバ1を基材2、22（第5の実施形態においては、第1A1ブラケット42及び第2A1ブラケット43）内の略対称軸 $\alpha$ 1、 $\alpha$ 2、 $\alpha$ 3上の位置に配設しているが、略対称軸 $\alpha$ 1、 $\alpha$ 2、 $\alpha$ 3上の位置に配設される光ファイバ1の本数は1本に限られるものではない。回折格子部4が形成された複数本の光ファイバ1を略対称軸 $\alpha$ 1、 $\alpha$ 2、 $\alpha$ 3上に沿って配設するようにしても良い。例えば、第1の実施形態の変形例として、フランジ面5a及びフランジ面6aに、V字状の溝部5b、6bを各々複数形成し、この複数形成されたV字状の溝部5b、6b間にそれぞれの光ファイバ1を配設するように構成することが考えられる。

【0056】また、第1及び第2の実施形態においては、第1基材5、15と第2基材6、16とを接着固定しているが、機械的なクランプ機構により光ファイバ1を基材2に固定するように構成しても良い。更に、第1基材5、15と第2基材6、16として、第1基材5、15及び第2基材6、16の両端部に所定高さを有する凸部が形成されているものを用いてもよい。この場合には、凸部に光ファイバ1を挟持するための溝部を形成し、凸部を当接させ光ファイバ1を挟持した状態で第1基材5、15と第2基材6、16とを接合固定して、光

ファイバ1を基材2、12固定することになる。

【0057】また、第3及び第4の実施形態においては、接着剤23による光ファイバ1の固定が基材22、32の光ファイバ1の中心軸方向での両端部においてなされているが、光ファイバ1の中心軸方向での両端部間にわたって接着剤23により光ファイバ1を基材22、32に固定するように構成しても良い。

【0058】また、第5又は第6の実施形態において、第1A1ブラケット42、52及び第2A1ブラケット43、53（第1ブラケット46、48、56、58及び第2ブラケット47、49、57、59）とにより光ファイバ1を挟持として固定する構成の代わりに、図8又は図9に示すような、光ファイバ1を埋め込むことができる溝部を有する形状のA1ブラケットを設け、このA1ブラケットに光ファイバ1を接着固定する構成のものでよい。

【0059】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、光ファイバの光学特性を悪化させることなく、回折格子が形成された光ファイバ部分を基材等の温度補償デバイスに対して確実に固定することができる光ファイバ回折格子を有する光学装置を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる光ファイバ回折格子を有する光学装置の第1の実施形態を示す正面図である。

【図2】本発明にかかる光ファイバ回折格子を有する光学装置の第1の実施形態を示す断面図である。

【図3】本発明にかかる光ファイバ回折格子を有する光学装置の第1の実施形態における第1又は第2基材の斜視図である。

【図4】本発明にかかる光ファイバ回折格子を有する光学装置の第2の実施形態を示す正面図である。

【図5】本発明にかかる光ファイバ回折格子を有する光学装置の第2の実施形態における第1又は第2基材の斜視図である。

【図6】本発明にかかる光ファイバ回折格子を有する光学装置の第3の実施形態を示す正面図である。

【図7】本発明にかかる光ファイバ回折格子を有する光学装置の第3の実施形態を示す断面図である。

【図8】本発明にかかる光ファイバ回折格子を有する光

学装置の第3の実施形態における基材の斜視図である。

【図9】本発明にかかる光ファイバ回折格子を有する光学装置の第4の実施形態を示す正面図である。

【図10】本発明にかかる光ファイバ回折格子を有する光学装置の第4の実施形態における基材の斜視図である。

【図11】本発明にかかる光ファイバ回折格子を有する光学装置の第5の実施形態を示す正面図である。

【図12】図11のA-A線に沿った断面図である。

【図13】図11のB-B線に沿った断面図である。

【図14】本発明にかかる光ファイバ回折格子を有する光学装置の第5の実施形態における第1又は第2ブラケットの斜視図である。

【図15】本発明にかかる光ファイバ回折格子を有する光学装置の第6の実施形態を示す正面図である。

【図16】図15のC-C線に沿った断面図である。

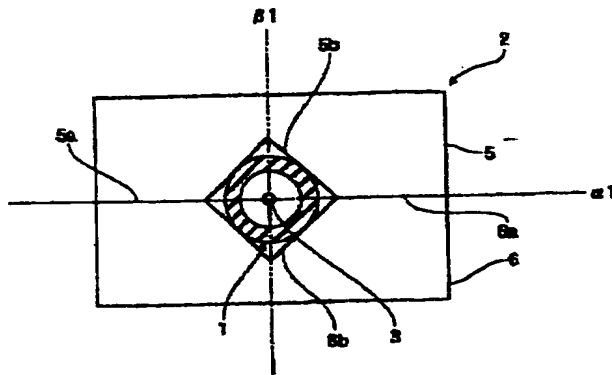
【図17】図15のD-D線に沿った断面図である。

【図18】本発明にかかる光ファイバ回折格子を有する光学装置の第6の実施形態における第1又は第2ブラケットの斜視図である。

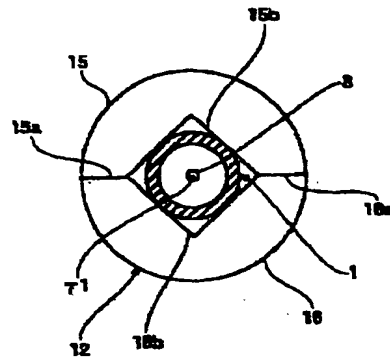
【符号の説明】

1…光ファイバ、2…基材、4…回折格子部、5…第1基材、5b…溝部、6…基材、6b…溝部、7…クランプ装置、12…基材、15…第1基材、15b…溝部、16…第2基材、16b…溝部、22…基材、23…接着剤、24…溝部、24a…底部、32…基材、34…溝部、34a…底部、41…温度補償デバイス、42…第1A1ブラケット、43…第2A1ブラケット、44…第1ガラス基材、45…第2ガラス基材、46、48…第1ブラケット、47、49…第2ブラケット、46a、47a、48a、49a…光ファイバ固定部、46b、47b、48b、49b…ガラス基材固定部、46d、47d、48d、49d…溝部、51…温度補償デバイス、52…第1A1ブラケット、53…第2A1ブラケット、56、58…第1ブラケット、57、59…第2ブラケット、56a、57a、58a、59a…光ファイバ固定部、56b、57b、58b、59b…ガラス基材固定部、56d、57d、58d、59d…溝部、 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 $\alpha 3$ …対称軸、 $\beta 1$ 、 $\beta 2$ …対称軸、 $\gamma 1$ 、 $\gamma 2$ 、 $\gamma 3$ …対称中心。

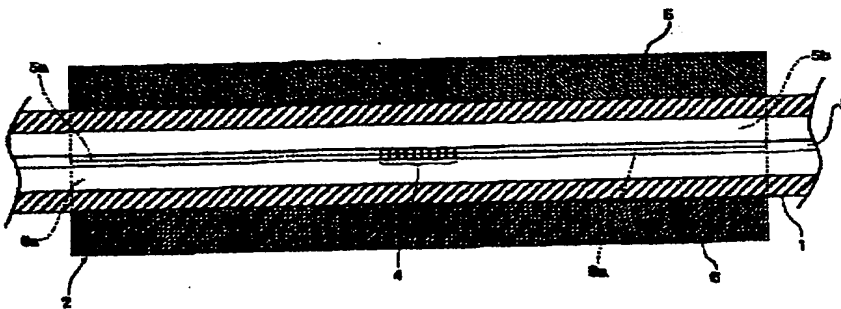
【図1】



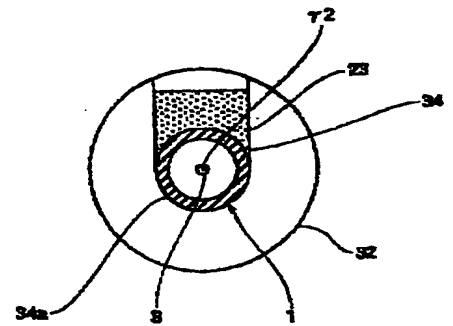
【図4】



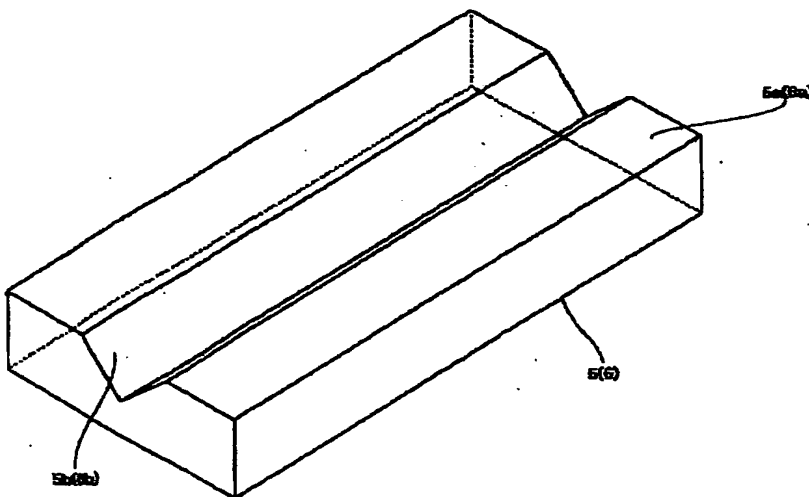
【図2】



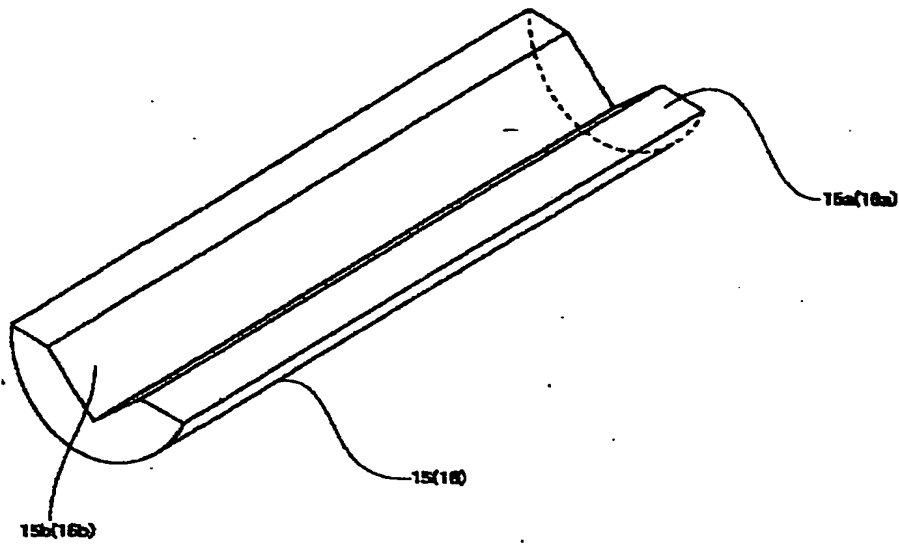
【図9】



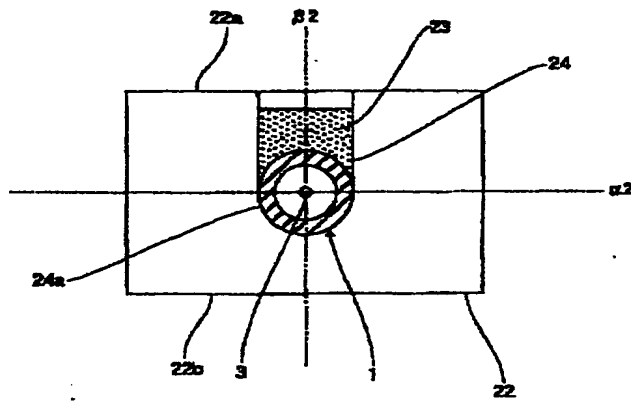
【図3】



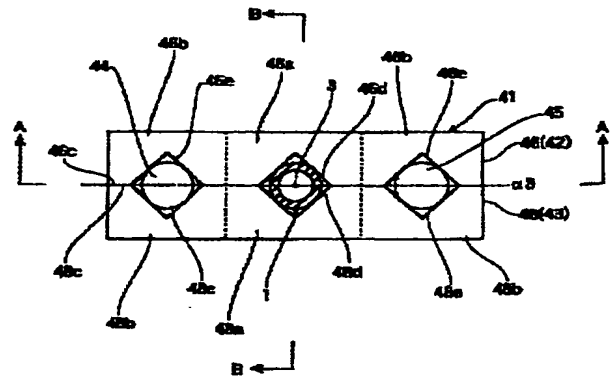
【図5】



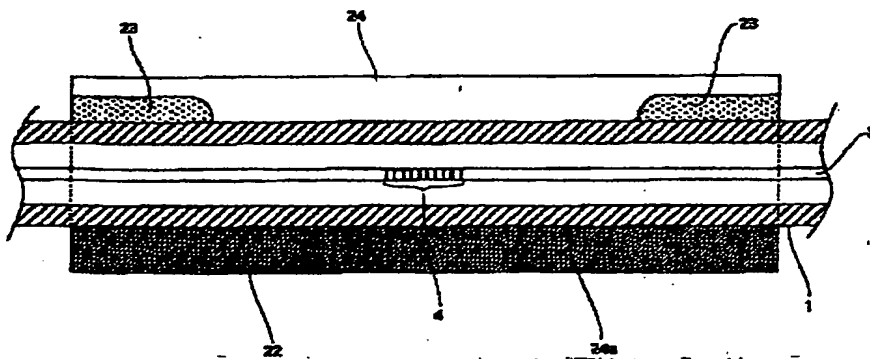
【図6】



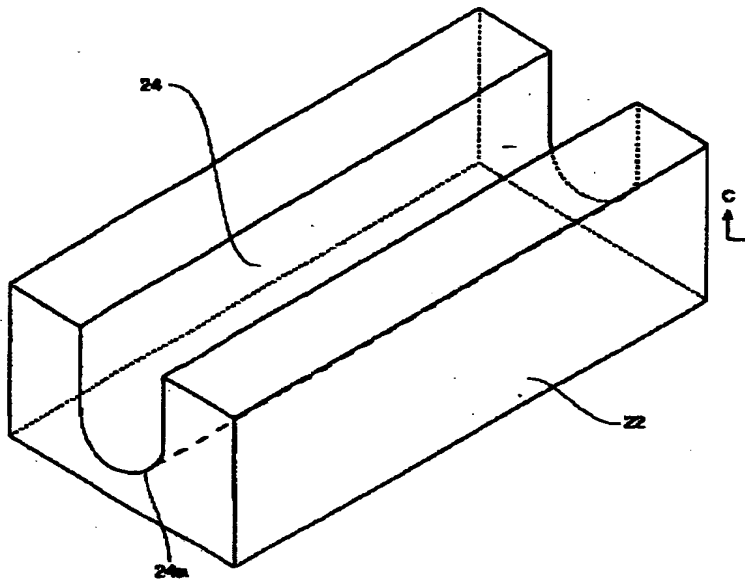
【図11】



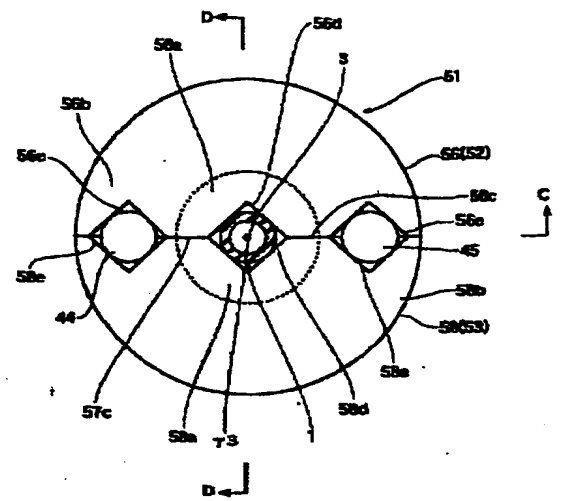
【図7】



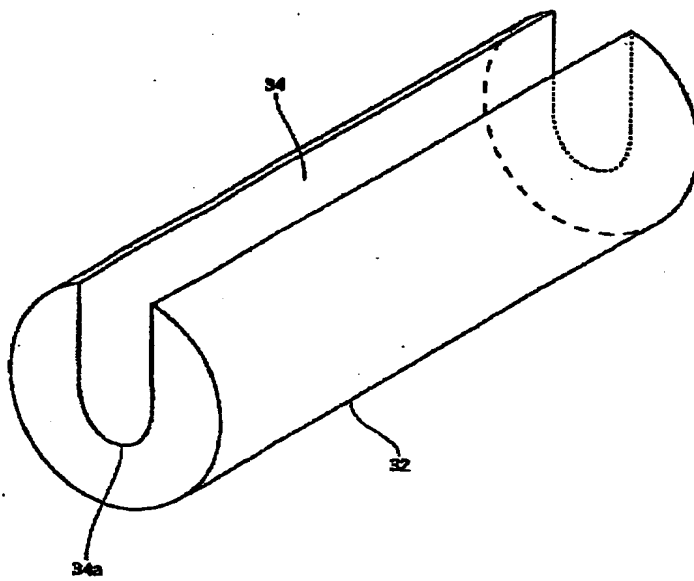
【図8】



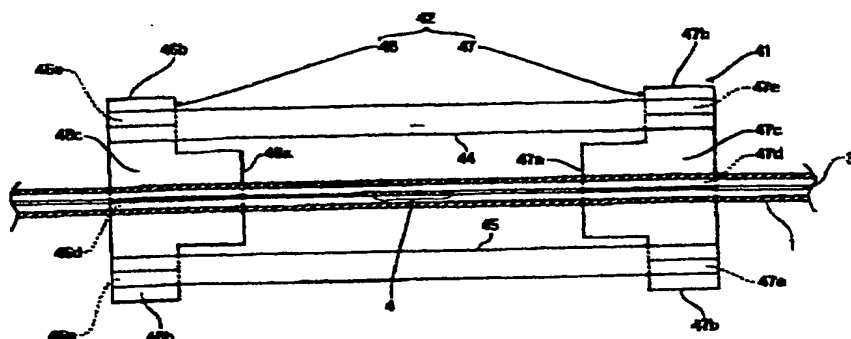
【図15】



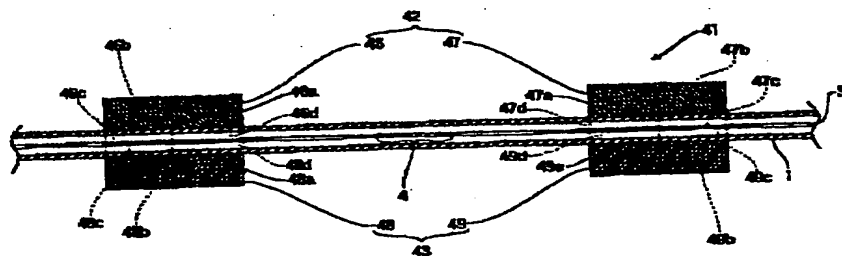
【図10】



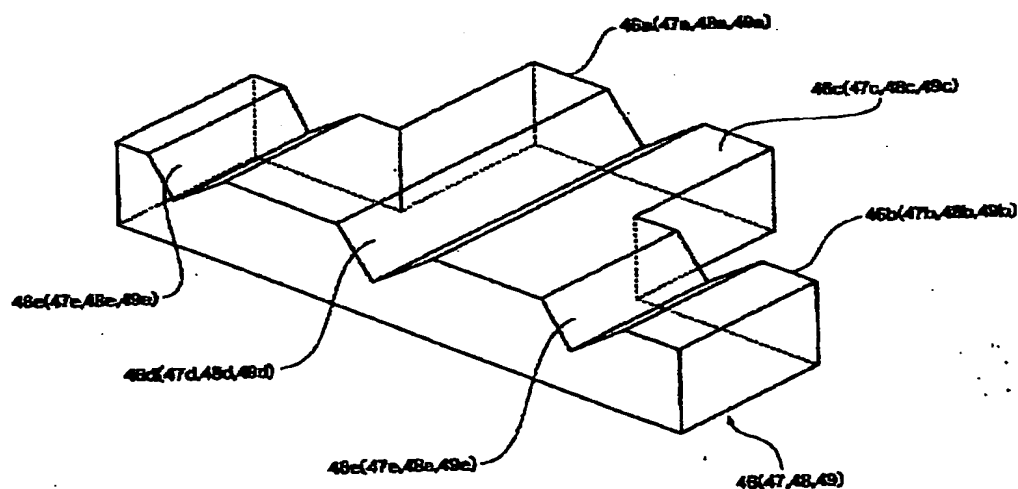
【図12】



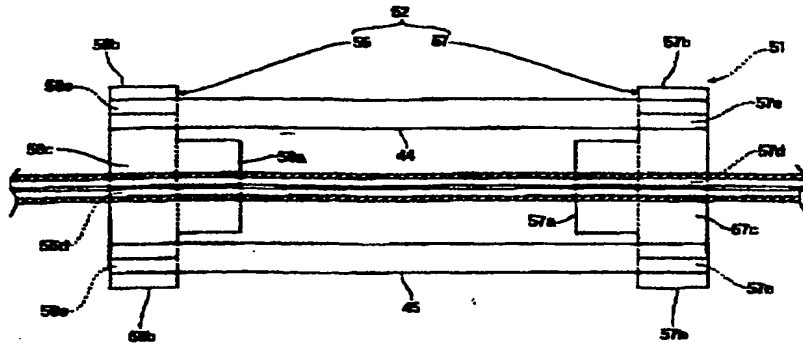
【図13】



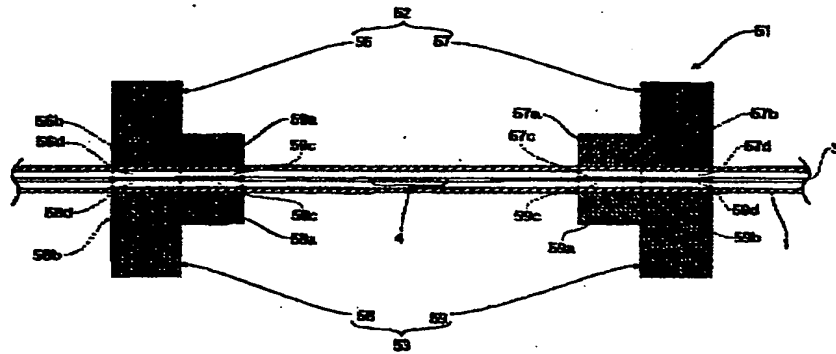
【図14】



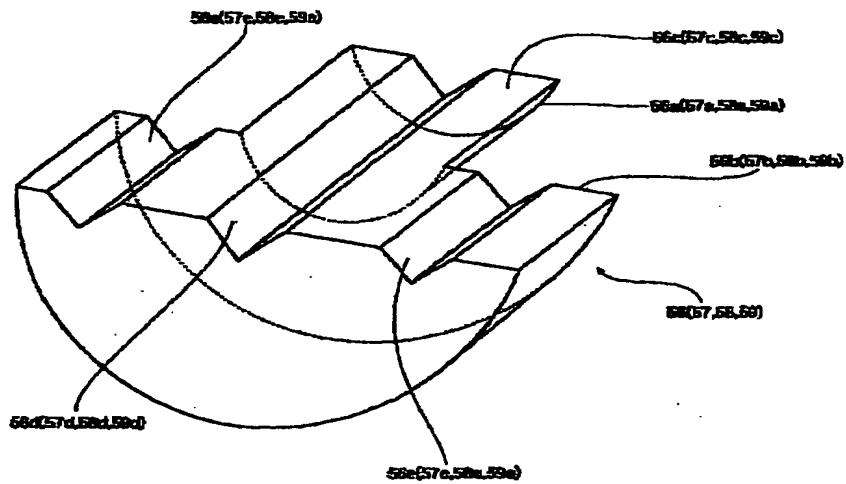
【図16】



【図17】



【図18】



## 【手続補正書】

【提出日】平成11年12月15日(1999.12.15)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 中心軸方向の所定長さにわたって回折格子が形成された光ファイバと、前記光ファイバの使用温度範囲で所定の熱膨張係数を有し、前記光ファイバが固定される基材とを備え、前記基材の温度変化に伴う伸縮によって前記光ファイバの中心軸方向に生じる変位を前記光ファイバに印加するようにした光ファイバ回折格子を有する光学装置であって、前記回折格子が形成された光ファイバ部分は、前記光ファイバの中心軸に直交する面で見、前記基材内における略対称軸上の位置に配設され、前記基材は、略同一形状の第1基材及び第2基材により構成されており、前記第1基材及び第2基材は、溝部が形成された光ファイバ固定面を有しており、前記光ファイバは、前記各溝部と当接した状態で前記各光ファイバ固定面の間に挟持されることにより前記基材に固定されていることを特徴とする光ファイバ回折格子を有する光学装置。

【請求項2】 中心軸方向の所定長さにわたって回折格子が形成された光ファイバと、前記光ファイバの使用温度範囲で所定の熱膨張係数を有し、前記光ファイバが固定される基材とを備え、前記基材の温度変化に伴う伸縮によって前記光ファイバの中心軸方向に生じる変位を前記光ファイバに印加するようにした光ファイバ回折格子を有する光学装置であって、前記回折格子が形成された光ファイバ部分は、前記光ファイバの中心軸に直交する面で見、前記基材内における略対称中心の位置に配設され、前記基材は、略同一形状の第1基材及び第2基材により構成されており、前記第1基材及び第2基材は、溝部が形成された光ファイバ固定面を有しており、前記光ファイバは、前記各溝部と当接した状態で前記各光ファイバ固定面の間に挟持されることにより前記基材に固定されていることを特徴とする光ファイバ回折格子を有する光学装置。

【請求項3】 前記第1基材及び第2基材は、前記回折格子が形成された光ファイバ部分の両側部に位置して設けられ、前記光ファイバ固定面が形成される固定部と、前記光ファイバの中心軸方向に延び且つ前記光ファイバの径方向に前記光ファイバから所定間隔を有して設けられ、前記固定部を接続する接続部とにより構成されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の光ファイバ回折格子を有する光学装置。

【請求項4】 中心軸方向の所定長さにわたって回折格

子が形成された光ファイバと、前記光ファイバの使用温度範囲で所定の熱膨張係数を有し、前記光ファイバが固定される基材とを備え、前記基材の温度変化に伴う伸縮によって前記光ファイバの中心軸方向に生じる変位を前記光ファイバに印加するようにした光ファイバ回折格子を有する光学装置であって、前記回折格子が形成された光ファイバ部分は、前記光ファイバの中心軸に直交する面で見、前記基材内における略対称軸上の位置に配設され、前記基材には、前記光ファイバを前記基材内に埋め込むための溝部が形成されており、前記光ファイバが、前記溝部に埋め込まれた状態で前記基材に固定されていることを特徴とする光ファイバ回折格子を有する光学装置。

【請求項5】 中心軸方向の所定長さにわたって回折格子が形成された光ファイバと、前記光ファイバの使用温度範囲で所定の熱膨張係数を有し、前記光ファイバが固定される基材とを備え、前記基材の温度変化に伴う伸縮によって前記光ファイバの中心軸方向に生じる変位を前記光ファイバに印加するようにした光ファイバ回折格子を有する光学装置であって、前記回折格子が形成された光ファイバ部分は、前記光ファイバの中心軸に直交する面で見、前記基材内における略対称中心の位置に配設され、前記基材には、前記光ファイバを前記基材内に埋め込むための溝部が形成されており、前記光ファイバが、前記溝部に埋め込まれた状態で前記基材に固定されていることを特徴とする光ファイバ回折格子を有する光学装置。

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の詳細な説明

【補正方法】変更

【補正内容】

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ファイバのコア部の屈折率を中心軸に沿って周期的に変化させた回折格子が形成されている光ファイバ回折格子を有する光学装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】光ファイバ回折格子は、入射光に対して特定の反射波長の光を出射することができるため、波長の異なる光信号を1本の光ファイバを介して多重伝送する分割多重伝送波長分割多重伝送方式の光通信システム等における重要な光部品として注目されている。

【0003】光ファイバ回折格子では、一般に、クラッド部の周囲に設けられ樹脂からなる被覆層を軸方向の所定長さにわたって除去し、クラッド部を露出させた状態で紫外線を照射することにより、露出したクラッド部の内側に位置するコア部の中心軸方向に沿った所定領域に



回折格子を形成している。このように構成した光ファイバ回折格子は、使用温度範囲では光ファイバが正の熱膨張係数を有しているため、周囲温度が変化すると、光ファイバが伸縮して、光ファイバに応力が印加されることになる。したがって、光弾性効果により、光ファイバガラス部の屈折率が変化するため、回折格子によるブラッグ波長が変化することになる。この回折格子によるブラッグ波長の温度依存性を無くすためには、回折格子が形成された光ファイバに加わる張力を低温時には増加させ、高温時には低下させる必要がある。

【0004】このため、温度補償デバイスに回折格子が形成された光ファイバを固定することが行われている。例えば、熱膨張係数の小さいアンバーから成る基材の両端にそれぞれ熱膨張係数の比較的大きいA1ブラケットを取り付け、このA1ブラケットに回折格子が形成された光ファイバを所定の張力を付与した状態で固定した構造のものが提案されている。この構造では、2つの留め金間の距離が高温時には収縮し、低温時には拡大するので、回折格子が形成された光ファイバに加わる張力を低温時には増加させ、高温時には低下させることができる。

【0005】また、回折格子が形成された光ファイバを負の熱膨張係数を有する基材に設けられた凸部に接合することで、ブラッグ波長がほぼ温度に依存しなくなるようにし、上述した光ファイバ回折格子における温度変化に対する反射波長の不安定性に関する問題を解決した構造のものも提案されている。(特開平10-96827号公報参照)。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、本発明者らの調査研究の結果、上述した光ファイバの固定構造では以下のような問題があることが判明した。上述した光ファイバの固定構造では、光ファイバの中心軸の一方側に基材等の温度補償デバイスが配設されており、光ファイバの中心軸に対して非対称構造となる。このため、基材が温度変化により反り変形が発生することになり、光ファイバの基材に固定されている部分に曲げの応力が発生して、所望の光学特性を得ることができない可能性があることが判明した。

【0007】本発明は上述の点に鑑みてなされたもので、光ファイバの光学特性を悪化させることなく、回折格子が形成された光ファイバ部分を基材等の温度補償デバイスに対して確実に固定することが可能な光ファイバ回折格子を有する光学装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、中心軸方向の所定長さにわたって回折格子が形成された光ファイバと、光ファイバの使用温度範囲で所定の熱膨張係数を有し、光ファイバが固定される基材とを備

え、基材の温度変化に伴う伸縮によって光ファイバの中心軸方向に生じる変位を光ファイバに印加するようにした光ファイバ回折格子を有する光学装置であって、回折格子が形成された光ファイバ部分は、光ファイバの中心軸に直交する面で見ると、基材内における略対称軸上の位置に配設され、基材は、略同一形状の第1基材及び第2基材により構成されており、第1基材及び第2基材は、溝部が形成された光ファイバ固定面を有しており、光ファイバは、各溝部と当接した状態で各光ファイバ固定面の間に挟持されることにより基材に固定されていることを特徴としている。

【0009】請求項1に記載の光ファイバ回折格子を有する光学装置によれば、回折格子が形成された光ファイバ部分は、光ファイバの中心軸に直交する面で見ると、基材内の略対称軸上の位置に配設されているので、基材の温度変化による反り変形の発生が抑制され、光ファイバの基材に固定されている部分への曲げ応力の作用が抑制される。従って、回折格子が形成された光ファイバに加わる張力を温度変化に応じて適切に変化させることができ、光ファイバの光学特性を悪化させることなく、回折格子が形成された光ファイバ部分を基材に対して確実に固定することが可能となる。また、基材に反り変形が生じた場合には、光ファイバの中心軸方向での実質的に光ファイバに印加される基材の変位の量が減少するため、所望の変位量が確保できないことにもなるが、基材の反り変形の発生が抑制されるため、基材の温度変化に伴う伸縮によって生じる変位が光ファイバに適切に印加されることになり、所望の特性を確保することが可能となる。更に、基材は、略同一形状の第1基材及び第2基材により構成されており、第1基材及び第2基材は、溝部が形成された光ファイバ固定面を有しており、光ファイバは、各溝部と当接した状態で各光ファイバ固定面の間に挟持されることにより基材に固定されているので、回折格子が形成された光ファイバ部分を基材の略対称軸上の位置に配設し得る構造を簡易且つ低コストで実現することが可能となる。

【0010】請求項2に記載の発明は、中心軸方向の所定長さにわたって回折格子が形成された光ファイバと、光ファイバの使用温度範囲で所定の熱膨張係数を有し、光ファイバが固定される基材とを備え、基材の温度変化に伴う伸縮によって光ファイバの中心軸方向に生じる変位を光ファイバに印加するようにした光ファイバ回折格子を有する光学装置であって、回折格子が形成された光ファイバ部分は、光ファイバの中心軸に直交する面で見ると、基材内における略対称中心の位置に配設され、基材は、略同一形状の第1基材及び第2基材により構成されており、第1基材及び第2基材は、溝部が形成された光ファイバ固定面を有しており、光ファイバは、各溝部と当接した状態で各光ファイバ固定面の間に挟持されることにより基材に固定されていることを特徴としている。

【0011】請求項2に記載の光ファイバ回折格子を有する光学装置によれば、回折格子が形成された光ファイバ部分は、光ファイバの中心軸に直交する面で見、基材の略対称中心の位置に配設されているので、基材の温度変化による反り変形の発生がより抑制される。従って、光ファイバの基材に固定されている部分への曲げ応力の作用をより抑制した上で、回折格子が形成された光ファイバに加わる張力を温度変化に応じてより適切に変化させることができ、光ファイバの光学特性を悪化させることなく、回折格子が形成された光ファイバ部分を基材に対して確実に固定することが可能となる。また、基材に反り変形が生じた場合には、光ファイバの中心軸方向での実質的に光ファイバに印加される基材の変位の量が減少するため、所望の変位量が確保できないことにもなるが、基材の反り変形の発生がより抑制されるため、基材の温度変化に伴う伸縮によって生じる変位が光ファイバに適切に印加されることになり、所望の特性を確保することが可能となる。更に、基材は、略同一形状の第1基材及び第2基材により構成されており、第1基材及び第2基材は、溝部が形成された光ファイバ固定面を有しており、光ファイバは、各溝部と当接した状態で各光ファイバ固定面の間に挟持されることにより基材に固定されているので、回折格子が形成された光ファイバ部分を基材の略対称中心の位置に配設し得る構造を簡易且つ低コストで実現することが可能となる。

【0012】請求項3に記載の発明は、請求項1又は2に記載の発明において、第1基材及び第2基材は、回折格子が形成された光ファイバ部分の両側部に位置して設けられ、光ファイバ固定面が形成される固定部と、光ファイバの中心軸方向に延び且つ光ファイバの径方向に光ファイバから所定間隔置いて設けられ、固定部を接続する接続部とにより構成されていることを特徴としている。光ファイバを導波してきた導波光が回折格子を透過すべき波長のものであるときには、その導波光の殆どは導波光として回折格子形成領域を透過するが、回折格子形成領域において屈折率変化に伴いモードフィールド径が変化するため、一部は、放射光としてクラッド部へ放射される。この放射光は、クラッド部とその外側の層（空気層または被覆層）との界面で反射した後、再び導波光になり、再結合を起こすことがある。回折格子からクラッド部へ放射される放射光がクラッド部と保護する層との界面、あるいは保護する層とその外側の層との界面で反射した後コア部にて再結合する可能性を極力小さくするために、回折格子が形成された光ファイバ部分の周囲にクラッド部より高いもしくは同等の屈折率を有する保護層を設けることが考えられる。固定部間に設けられる接続部が光ファイバの中心軸方向に延び且つ光ファイバの径方向に光ファイバから所定間隔置いて設けられているので、回折格子が形成された光ファイバ部分に上述したような保護層を設ける等、回折格子が形成された

光ファイバ部分の再被覆（リコート）を容易に行うことが可能となる。

【0013】請求項4に記載の発明は、中心軸方向の所定長さにわたって回折格子が形成された光ファイバと、光ファイバの使用温度範囲で所定の熱膨張係数を有し、光ファイバが固定される基材とを備え、基材の温度変化に伴う伸縮によって光ファイバの中心軸方向に生じる変位を光ファイバに印加するようにした光ファイバ回折格子を有する光学装置であって、回折格子が形成された光ファイバ部分は、光ファイバの中心軸に直交する面で見、基材内における略対称軸上の位置に配設され、基材には、光ファイバを基材内に埋め込むための溝部が形成されており、光ファイバが、溝部に埋め込まれた状態で基材に固定されていることを特徴としている。

【0014】請求項4に記載の光ファイバ回折格子を有する光学装置によれば、回折格子が形成された光ファイバ部分は、光ファイバの中心軸に直交する面で見、基材内の略対称軸上の位置に配設されているので、基材の温度変化による反り変形の発生が抑制され、光ファイバの基材に固定されている部分への曲げ応力の作用が抑制される。従って、回折格子が形成された光ファイバに加わる張力を温度変化に応じて適切に変化させることができ、光ファイバの光学特性を悪化させることなく、回折格子が形成された光ファイバ部分を基材に対して確実に固定することが可能となる。また、基材に反り変形が生じた場合には、光ファイバの中心軸方向での実質的に光ファイバに印加される基材の変位の量が減少するため、所望の変位量が確保できないことにもなるが、基材の反り変形の発生が抑制されるため、基材の温度変化に伴う伸縮によって生じる変位が光ファイバに適切に印加されることになり、所望の特性を確保することが可能となる。更に、基材には、光ファイバを埋め込むための溝部が形成されており、光ファイバが、溝部に埋め込まれた状態で基材に固定されているので、回折格子が形成された光ファイバ部分を基材の略対称軸上の位置に配設し得る構造をより簡易で且つより低コストで実現することが可能となる。

【0015】請求項5に記載の発明は、中心軸方向の所定長さにわたって回折格子が形成された光ファイバと、光ファイバの使用温度範囲で所定の熱膨張係数を有し、光ファイバが固定される基材とを備え、基材の温度変化に伴う伸縮によって光ファイバの中心軸方向に生じる変位を光ファイバに印加するようにした光ファイバ回折格子を有する光学装置であって、回折格子が形成された光ファイバ部分は、光ファイバの中心軸に直交する面で見、基材内における略対称中心の位置に配設され、基材には、光ファイバを基材内に埋め込むための溝部が形成されており、光ファイバが、溝部に埋め込まれた状態で基材に固定されていることを特徴としている。

【0016】請求項5に記載の光ファイバ回折格子を有

する光学装置によれば、回折格子が形成された光ファイバ部分は、光ファイバの中心軸に直交する面で見て、基材の略対称中心の位置に配設されているので、基材の温度変化による反り変形の発生がより抑制される。従って、光ファイバの基材に固定されている部分への曲げ応力の作用をより抑制した上で、回折格子が形成された光ファイバに加わる張力を温度変化に応じてより適切に変化させることができ、光ファイバの光学特性を悪化させることなく、回折格子が形成された光ファイバ部分を基材に対して確実に固定することが可能となる。また、基材に反り変形が生じた場合には、光ファイバの中心軸方向での実質的に光ファイバに印加される基材の変位の量が減少するため、所望の変位量が確保できないことにもなるが、基材の反り変形の発生がより抑制されるため、基材の温度変化に伴う伸縮によって生じる変位が光ファイバに適切に印加されることになり、所望の特性を確保することが可能となる。更に、基材には、光ファイバを埋め込むための溝部が形成されており、光ファイバが、溝部に埋め込まれた状態で基材に固定されているので、回折格子が形成された光ファイバ部分を基材の略対称中心の位置に配設し得る構造をより簡易で且つより低コストで実現することが可能となる。

#### 【0017】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図面に基いて説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0018】(第1の実施形態) 先ず、第1の実施形態について説明する。図1～図3は、本発明にかかる第1の実施形態の光ファイバ回折格子を有する光学装置を示している。

【0019】光ファイバ1が温度補償デバイスとしての基材2に固定されている。光ファイバ1には、波長をモニターしながら、光ファイバ1の中心軸方向に沿って光ファイバ1のコア部3の屈折率が変化する回折格子部4が所定領域形成されている。

【0020】基材2は、負の熱膨張係数を有する第1基材5と第1基材5と同じ負の熱膨張係数を有する第2基材6とにより構成されている。第1基材5及び第2基材6は概ね直角柱状に形成されており、光ファイバ1の中心軸方向(図2において左右方向)での長さ、光ファイバ1の径方向での高さ(図1において上下方向)及び幅(図1において左右方向)が同等に設定されている。第1基材5と第2基材6とは当接された状態で互いに接着固定される。図3に示すように、光ファイバ1の中心軸に直交する面で見て、第1基材5の第2基材6に対向したフランジ面5a及び第2基材6の第1基材5に対向したフランジ面6aの略中央位置には、略V字状の溝部5b、6bが形成されている。両溝部5b、6bとも、光ファイバ1の径方向での深さ及び幅が同等に設定されている。従って、第1基材5及び第2基材6は、略同一形

状に形成されることになる。

【0021】第1基材5及び第2基材6は、例えば、 $\text{LiO}_5\text{12O}_3\text{—SiO}_2$ 系結晶化ガラスにBaOを添加したものであって、 $(-83 \sim -94) \times 10^{-7}/\text{K}$ の熱膨張係数を有するものを使用している。BaOを添加するのは、第1基材5及び第2基材6の熱膨張係数を調整するためである。これにより、光ファイバ1の使用温度範囲にわたって、温度変化に対するブラッグ波長の安定性を確保することが可能となる。

【0022】光ファイバ1の基材2への固定は、光ファイバ1は、回折格子部4の中心波長をモニターしながら回折格子部4に所定の張力が与えられた状態で、第1基材5と第2基材6とを接着固定することにより行われる。光ファイバ1を固定する際には、基材2と光ファイバ1の回折格子部4は所定の温度に加熱している。このようにして光ファイバ1を固定することにより、光ファイバ1の使用温度範囲において、基材2の熱変位が光ファイバ1に適切に伝えられることになり、回折格子部4での温度変化に対するブラッグ波長の安定性を保つことが可能となる。

【0023】以上のように、本実施形態によれば、第1基材5及び第2基材6が略同一形状に形成されているので、第1基材5のフランジ面5aと第2基材6のフランジ面6aの当接位置に、基材2の対称軸(対称面) $\alpha 1$ が存在することになる。また、第1基材5及び第2基材6の両溝部5b、6bも略同一形状に形成されていることから、第1基材5及び第2基材6とで光ファイバ1を挟持した状態において、光ファイバ1(回折格子部4)は、光ファイバ1の中心軸に直交する面で見て、基材2内の略対称軸 $\alpha 1$ 上の位置に配設されることになる。これにより、第1基材5及び第2基材6の温度変化による反り変形の発生が抑制されるため、光ファイバ1の基材2に固定されている部分への曲げ応力の作用が抑制され、基材2の温度変化に伴う伸縮によって生じる変位が光ファイバ1により適切に印加される。従って、回折格子部4が形成された光ファイバ1に加わる張力を温度変化に応じて適切に変化させることができ、光ファイバ1の光学特性を悪化させることなく、回折格子部4が形成された光ファイバ部分を基材2に対して確実に固定することが可能となる。

【0024】また、光ファイバ1を挟持する第1基材5及び第2基材6を略同一形状に形成する、第1基材5及び第2基材6の両溝部5b、6bを略同一形状に形成することにより、回折格子部4が形成された光ファイバ部分を基材2の略対称軸 $\alpha 1$ 上の位置に配設し得る構造が実現される。従って、光学装置が複雑化せず、高コスト化を抑制することができる。

【0025】更に、本実施形態においては、溝部5b、6bが第1基材5のフランジ面5a又は第2基材6のフランジ面6aの略中央位置に設けられているので、基材

2の幅方向(図1において左右方向)での中央位置に対称軸(対称面) $\alpha 1$ に直交する対称軸(対称面) $\beta 1$ も存在し、光ファイバ1(回折格子部4)は、基材2内の対称軸 $\beta 1$ 上の位置にも配設されることになる。従って、光ファイバ1の基材2にねじれ等の変形の発生も抑制することになり、光ファイバ1の基材2に固定されている部分への曲げ応力の作用をより抑制することが可能となる。

【0026】(第2の実施形態)次に、第2の実施形態について説明する。図4及び図5は、本発明にかかる第2の実施形態の光ファイバ回折格子を有する光学装置を示している。

【0027】第1の実施形態における光ファイバ回折格子を有する光学装置と第2の実施形態における光ファイバ回折格子を有する光学装置とは、基材の形状に関して相違する。

【0028】温度補償デバイスとしての基材12は、負の熱膨張係数を有する第1基材15と第1基材15と同じ負の熱膨張係数を有する第2基材16とにより構成されている。第1基材15及び第2基材16は、断面が略半真円のかまぼこ形状に形成されている。第1基材15と第2基材16とは当接された状態で互いに接着固定される。図5に示すように、光ファイバ1の中心軸に直交する面をみて、第1基材15の第2基材16に対向したフランジ面15a及び第2基材16の第1基材15に対向したフランジ面16aの略中央位置には、略V字状の溝部15b、16bが形成されている。両溝部15b、16bとも、光ファイバ1の径方向での深さ及び幅が同等に設定されている。従って、第1基材15及び第2基材16は略同一形状に形成され、第1基材15及び第2基材16とを接合した状態では、光ファイバ1の中心軸に直交する面をみて、基材12の外形は略真円形状を呈することになる。

【0029】以上のように、本実施形態によれば、第1基材15及び第2基材16とで光ファイバ1を挟持した状態において、第1基材15及び第2基材16はその断面が略半真円状のかまぼこ形状に形成されているので、第1基材15のフランジ面15aと第2基材16のフランジ面16aとを当接させて固定した状態では、基材12の断面が略真円形状に形成されることになる。従って、基材12の中心位置に光ファイバ1(回折格子部4)が存在することになり、光ファイバ1(回折格子部4)は、基材12内の略対称中心 $\gamma 1$ の位置に配設されることになる。これにより、第1の実施形態のものより、更に、光ファイバ1の基材12に固定されている部分への曲げ応力の作用がより抑制され、基材12の温度変化に伴う伸縮によって生じる変位が光ファイバ1により適切に印加される。従って、回折格子部4が形成された光ファイバ部分に加わる張力を温度変化に応じて変化させることが可能となり、光ファイバ1の光学特性をより

悪化させることなく、回折格子部4が形成された光ファイバ部分を基材12に対して確実に固定することが可能となる。

【0030】また、第1の実施形態と同様に、光ファイバ1を挟持する第1基材15及び第2基材16を略同一形状に形成する、第1基材15及び第2基材16の両溝部15b、16bを略同一形状に形成することで、回折格子部4が形成された光ファイバ部分を基材12の略対称軸上の位置に配設し得る構造が実現される。従って、光学装置が複雑化せず、高コスト化を抑制することができ。

【0031】(第3の実施形態)次に、第3の実施形態について説明する。図6～図8は、本発明にかかる第3の実施形態の光ファイバ回折格子を有する光学装置を示している。

【0032】第1及び第2の実施形態における光ファイバ回折格子を有する光学装置と第3の実施形態における光ファイバ回折格子を有する光学装置とは、基材の形状及び光ファイバの固定方法に関して相違する。

【0033】光ファイバ1は、温度補償デバイスである基材22に対して接着剤23により固定されている。基材22は、負の熱膨張係数を有している。接着剤23による固定は、図7に示すように、基材22の光ファイバ1の中心軸方向での両端部においてなされている。基材22は、断面が長方形に形成された直角柱とされている。基材22には、図8に示すように、光ファイバ1を埋め込むための溝部24が、基材22の光ファイバ1の中心軸方向での両端部間にわたって設けられている。溝部24は、光ファイバ1の中心軸方向に直交する面をみて、基材22の長軸方向(図6において左右方向)に延びる第1面22aの中央部から、基材22の短軸方向

(図6において上下方向)に延びて形成されている。溝部24の底部24aは、光ファイバ1の外形と略同一の形状を有した円弧形状に形成されており、底部24aの曲率中心が、基材22の短軸方向(図6において上下方向)及び基材22の長軸方向(図6において左右方向)において、基材22の中心位置に略一致するように設定されている。従って、光ファイバ1を溝部24に接触させて載置させた状態で、光ファイバ1の中心軸が基材22の短軸方向及び長軸方向の略中心位置に配設されることになる。

【0034】以上のように、本実施形態によれば、溝部24の底部24aは、光ファイバ1の外形と略同一の形状を有した円弧形状に形成されており、底部24aの曲率中心が、基材22の短軸方向及び基材の長軸方向において、基材22の中心位置に略一致するように設定されているので、光ファイバ1が基材22の溝部24に埋め込まれ固定された状態において、光ファイバ1(回折格子部4)は、光ファイバ1の中心軸に直交する面をみて、基材22内の略対称軸 $\alpha 2$ 上の位置に配設されるこ

とになる。これにより、基材22の温度変化による反り変形の発生が抑制されるため、光ファイバ1の基材22に固定されている部分への曲げ応力の作用を抑制され、基材22の温度変化に伴う伸縮によって生じる変位が光ファイバ1により適切に印加される。従って、回折格子部4が形成された光ファイバ1に加わる張力を温度変化に応じて変化させることができ、光ファイバ1の光学特性を悪化させることなく、回折格子が形成された光ファイバ部分を基材に対して確実に固定することが可能となる。

【0035】1つの基材22に形成される溝部24の形状を適切に設定することにより、回折格子部4が形成された光ファイバ部分を基材22の略対称軸上の位置に配設し得る構造が実現される。従って、複数の基材を有する第1又は第2の実施形態のものより、光学装置がより複雑化せず、高コスト化をより抑制することができる。

【0036】更に、本実施形態においては、溝部24が基材22の長軸方向の中央部に設けられているので、基材22の長軸方向（図6において左右方向）での中央位置に対称軸（対称面） $\alpha 2$ に直交する対称軸（対称面） $\beta 2$ も存在し、光ファイバ1（回折格子部4）は、基材22内の略対称軸 $\beta 2$ 上の位置にも配設されることになる。従って、光ファイバ1の基材22にねじれ等の変形の発生も抑制することになり、光ファイバ1の基材22に固定されている部分への曲げ応力の作用をより抑制することが可能となる。

【0037】（第4の実施形態）次に、第4の実施形態について説明する。図9及び図10は、本発明にかかる第4の実施形態の光ファイバ回折格子を有する光学装置を示している。

【0038】第3の実施形態における光ファイバ回折格子を有する光学装置と第4の実施形態における光ファイバ回折格子を有する光学装置とは、基材の形状に関して相違する。

【0039】光ファイバ1は、負の熱膨張係数を有する基材32に対して接着剤23により固定されている。接着剤23による固定は、第3の実施形態と同様に、基材32の両端部近傍においてなされている。基材32は、断面が略真円形状に形成された円柱とされている。基材32には、光ファイバ1を埋め込むための溝部34が、第3の実施形態と同様に、基材32の光ファイバ1の中心軸方向での両端部間にわたって設けられている。溝部34は、光ファイバ1の中心軸方向に直交する面でみて、基材32の外周部分から中心部方向（図9において上下方向）に向かって延びて形成されている。溝部34の底部34aは、光ファイバ1の外形と略同一の形状を有して形成されており、底部34aの曲率中心が、基材32の中心位置に略一致するように設定されている。従って、光ファイバ1を溝部34に接触させて載置させた状態で、光ファイバ1の中心軸方向に直交する面でみて

光ファイバ1の中心軸が基材32の略中心位置に配設されることになる。

【0040】以上のように、本実施形態によれば、溝部34の底部34aは、光ファイバ1の外形と略同一の形状を有した円弧状に形成されており、底部34aの曲率中心が、基材32の略中心位置に略一致するように設定されているので、光ファイバ1が基材32の溝部34に埋め込まれ固定された状態において、光ファイバ1（回折格子部4）は、光ファイバ1の中心軸に直交する面で見て、基材32内の略対象中心 $\gamma 2$ の位置に配設されることになる。これにより、第3の実施形態のものより、更に、光ファイバ1の基材32に固定されている部分への曲げ応力の作用がより抑制され、基材32の温度変化に伴う伸縮によって生じる変位が光ファイバ1により適切に印加される。従って、回折格子部4が形成された光ファイバ1に加わる張力を温度変化に応じて変化させることが可能となり、光ファイバ1の光学特性をより悪化させることなく、回折格子部4が形成された光ファイバ部分を基材32に対して確実に固定することが可能となる。

【0041】また、第3の実施形態と同様に、1つの基材32に形成される溝部34の形状を適切に設定することで、回折格子部4が形成された光ファイバ部分を基材32の略対称軸上の位置に配設し得る構造が実現される。従って、複数の基材を有する第1又は第2の実施形態のものより、光学装置がより複雑化せず、高コスト化をより抑制することができる。

【0042】（第5の実施形態）次に、第5の実施形態について説明する。図11～図14は、本発明にかかる第5の実施形態の光ファイバ回折格子を有する光学装置を示している。

【0043】温度補償デバイス41は、光ファイバ1を固定するための第1及び第2A1ブラケット42、43と、第1A1ブラケット42、43間又は第2A1ブラケット43、43間を接続する第1及び第2ガラス基材44、45とにより構成されている。第1及び第2A1ブラケット42、43は、回折格子部4が形成された光ファイバ部分の両側に位置して設けられている。第1及び第2ガラス基材44、45は石英ガラス等からなり、光ファイバ1の中心軸方向に延び且つ光ファイバ1の径方向に光ファイバ1から所定間隔を有して設けられている。第1ガラス基材44及び第2ガラス基材45は、第1A1ブラケット42と第2A1ブラケット43とにより挟持されて固定されている。本実施形態においては、第1及び第2A1ブラケット42、43が請求項における固定部を構成し、第1及び第2ガラス基材44、45が請求項における接続部を構成している。また、第1A1ブラケット42と第1ガラス基材44とが請求項における第1基材を構成し、第2A1ブラケット43と第2ガラス基材45とが請求項における第2基材を構成して

いる。

【0044】第1ガラス基材44と第2ガラス基材45とは、図12又は図13に示すように、互いに同一形状を有し、円柱状に形成されている。第1ガラス基材44と第2ガラス基材45とは、光ファイバ1の中心軸を含んで光ファイバ1の中心軸方向に延びる平面上で、光ファイバ1の中心軸を挟んで、対称位置に設けられている。

【0045】第1及び第2A1ブラケット42、43は、図12又は図13に示すように、互いに同一形状を有する第1ブラケット46、48と第2ブラケット47、49とにより構成されている。第1ブラケット46、48及び第2ブラケット47、49は、光ファイバ1を挟持して固定するための光ファイバ固定部46a、47a、48a、49aと、第1ガラス基材44又は第2ガラス基材45を固定するためのガラス基材固定部46b、47b、48b、49bとを有している。光ファイバ固定部46a、47a、48a、49aは、光ファイバ1の中心軸に直交する面での断面が矩形に形成されている。光ファイバ1の中心軸方向でみて、光ファイバ固定部46a、47a、48a、49aの長さは、光ファイバ1を固定するための側圧を確保するために、所望の長さを確保する必要があるが、本実施例においては、ガラス基材固定部46b、47b、48b、49bの長さより長く設定されているが、ガラス基材固定部46b、47b、48b、49bの長さを光ファイバ固定部46a、47a、48a、49aの長さと同等に設定してもよい。

【0046】図14に示すように、第1A1ブラケット42の第1及び第2ブラケット46、47の第2A1ブラケット43に対向したフランジ面46c、47c及び第2A1ブラケット43の第1及び第2ブラケット48、49の第1A1ブラケット42に対向したフランジ面48c、49cの、光ファイバ1の中心軸に直交する面での断面が略V字形状の溝部46d、47d、48d、49dが形成されている。溝部46d、47d、48d、49dも、光ファイバ1の径方向での深さ及び幅が同等に設定されている。また、第1A1ブラケット42のフランジ面46c、47c及び第2A1ブラケット43のフランジ面48c、49cのガラス基材固定部46b、47b、48b、49bに位置する部分には、略V字形状の溝部46e、47e、48e、49eが形成されており、光ファイバ1の径方向での深さ及び幅が同等に設定されている。溝部46dと溝部47dとで、あるいは、溝部48dと溝部49dとで光ファイバ1を挟持した状態、及び、溝部46eと溝部47eとで、あるいは、溝部48eと溝部49eとで第1又は第2ガラス基材44、45を挟持した状態で、第1ブラケット46、48同士又は第2ブラケット47、49同士は、互いに当接された状態で接着固定される。

【0047】以上のように、本実施形態によれば、第1ブラケット46、48及び第2ブラケット47、49が略同一形状に形成されているので、第1A1ブラケット42の第1ブラケット46のフランジ面46cと第2A1ブラケット43の第1ブラケット48のフランジ面48cの当接位置に、及び、第1A1ブラケット42の第2ブラケット47のフランジ面47cと第2A1ブラケット43の第2ブラケット49のフランジ面49cの当接位置に、第1A1ブラケット42及び第2A1ブラケット43の対称軸（対称面） $\alpha 3$ が存在することになる。また、第1ブラケット46、48及び第2ブラケット47、49の溝部46d、47d、48d、49dも略同一形状に形成されていることから、第1A1ブラケット42及び第2A1ブラケット43とで光ファイバ1を挟持した状態において、光ファイバ1（回折格子部4）は、光ファイバ1の中心軸に直交する面で見ると、第1A1ブラケット42及び第2A1ブラケット43内の対称軸 $\alpha 3$ 上の位置に配設されることになる。これにより、第1A1ブラケット42及び第2A1ブラケット43の温度変化による反り変形の発生が抑制されるため、光ファイバ1の第1A1ブラケット42及び第2A1ブラケット43に固定されている部分への曲げ応力の作用が抑制され、温度補償デバイス41（第1A1ブラケット42及び第2A1ブラケット43）の温度変化に伴う伸縮によって生じる変位が光ファイバ1により適切に印加される。従って、回折格子部4が形成された光ファイバ1に加わる張力を温度変化に応じて変化させることができ、光ファイバ1の光学特性を悪化させることなく、回折格子部4が形成された光ファイバ部分を温度補償デバイス41に対して確実に固定することが可能となる。

【0048】更に、第1及び第2ガラス基材44、45が光ファイバ1の中心軸方向に延び且つ光ファイバ1の径方向に光ファイバ1から所定間隔置いて設けられているので、温度補償デバイス41の温度変化による熱変位は第1及び第2A1ブラケット42、43を介して光ファイバ1に伝えられることになる。これにより、光ファイバ1の温度補償デバイス41に固定されている部分への曲げ応力の作用を抑制した上で、温度補償デバイス41の熱変位をより適切に光ファイバ1に伝えることができ、光ファイバ1（回折格子部4）を第1A1ブラケット42及び第2A1ブラケット43内の対称軸 $\alpha 3$ 上に配設したとと相まって、回折格子部4が形成された光ファイバ1に加わる張力をより適切に変化させることができる。

【0049】また、回折格子部4からクラッド部へ放射される放射光がクラッド部と保護する層との界面、あるいは保護する層とその外側の層との界面で反射した後コア部3にて再結合する可能性を極力小さくするために、回折格子部4が形成された光ファイバ部分の周囲にクラッド部より高いもしくは同等の屈折率を有する保護層を

設けることが考えられる。この際に、第1及び第2ガラス基材44、45が光ファイバ1の中心軸方向に延び且つ光ファイバ1の径方向に光ファイバ1から所定間隔置いて設けられているので、回折格子部4が形成された光ファイバ部分に上述したような保護層を設ける等の再被覆（リコート）を容易に行うことが可能となる。

【0050】（第6の実施形態）最後に、第6の実施形態について説明する。図15～図18は、本発明にかかる第6の実施形態の光ファイバ回折格子を有する光学装置を示している。

【0051】第5の実施形態における光ファイバ回折格子を有する光学装置と第6の実施形態における光ファイバ回折格子を有する光学装置とは、第1及び第2A1ブラケットの形状に関して相違する。

【0052】温度補償デバイス51は、第1及び第2A1ブラケット52、53並びに第1及び第2ガラス基材44、45とにより構成されている。

【0053】第1及び第2A1ブラケット52、53は、図16又は図17に示すように、互いに同一形状を有する第1ブラケット56、58と第2ブラケット57、59とにより構成されている。第1ブラケット56、58及び第2ブラケット57、59は、光ファイバ1を固定するための光ファイバ固定部56a、57a、58a、59aと、第1ガラス基材44又は第2ガラス基材45を固定するためのガラス基材固定部56b、57b、58b、59bとを有している。光ファイバ固定部56a、57a、58a、59aは、光ファイバ1の中心軸に直交する面での断面が略半真円状に形成されたかまぼこ形状を呈している。ガラス基材固定部56b、57b、58b、59bは、光ファイバ固定部56a、57a、58a、59aの径方向に延びてフランジ状に形成されており、その外周は略半真円状に形成されている。従って、第1A1ブラケット52と第2A1ブラケット53とを固定した状態では、光ファイバ1の中心軸に直交する面でみて、第1A1ブラケット52及び第2A1ブラケット53の外形は略真円形状を呈することになる。

【0054】図18に示すように、第1A1ブラケット52の第1及び第2ブラケット56、57の第2A1ブラケット53に対向したフランジ面56c、57c及び第2A1ブラケット53の第1及び第2ブラケット58、59の第1A1ブラケット52に対向したフランジ面58c、59cの、光ファイバ1の中心軸に直交する面でみて略中央位置には、略V字状の溝部56d、57d、58d、59dが形成されている。溝部56d、57d、58d、59dも、光ファイバ1の径方向での深さ及び幅が同等に設定されている。また、第1A1ブラケット52のフランジ面56c、57c及び第2A1ブラケット53のフランジ面58c、59cのガラス基材固定部56b、57b、58b、59bに位置する部分

には、略V字形状の溝部56e、57e、58e、59eが形成されており、光ファイバ1の径方向での深さ及び幅が同等に設定されている。溝部56dと溝部57dとで、あるいは、溝部58dと溝部59dとで光ファイバ1を挟持した状態、及び、溝部56eと溝部57eとで、あるいは、溝部58eと溝部59eとで第1又は第2ガラス基材44、45を挟持した状態で、第1ブラケット46、48同士又は第2ブラケット47、49同士は、互いに当接された状態で接着固定される。

【0055】以上のように、本実施形態によれば、第1A1ブラケット52と第2A1ブラケット53とで光ファイバ1を挟持した状態において、第1A1ブラケット52及び第2A1ブラケット53（第1ブラケット56、58及び第2ブラケット57、59）はその断面が略半真円状のかまぼこ形状に形成されているので、第1A1ブラケット52のフランジ面56c、58cと第2A1ブラケット53のフランジ面57c、59cとを当接させて固定した状態では、光ファイバ1の中心軸に直交する面における断面が略真円形状に形成されることになる。従って、第1A1ブラケット52及び第2A1ブラケット53にて構成される固定部の略中心位置に光ファイバ1（回折格子部4）が存在することになり、光ファイバ1（回折格子部4）は、第1A1ブラケット52及び第2A1ブラケット53内の略対称中心 $\gamma$ 3の位置に配設されることになる。これにより、第5の実施形態のものより、光ファイバ1の第1A1ブラケット52及び第2A1ブラケット53に固定されている部分への曲げ応力の作用がより抑制され、温度補償デバイス51（第1A1ブラケット52及び第2A1ブラケット53）の温度変化に伴う伸縮によって生じる変位が光ファイバ1により適切に印加される。従って、回折格子部4が形成された光ファイバ1に加わる張力を温度変化に応じて変化させることが可能となり、光ファイバ1の光学特性をより悪化させることなく、回折格子部4が形成された光ファイバ部分を第1A1ブラケット52及び第2A1ブラケット53に対して確実に固定することが可能となる。

【0056】更に、第1及び第2ガラス基材44、45が光ファイバ1の中心軸方向に延び且つ光ファイバ1の径方向に光ファイバ1から所定間隔置いて設けられているので、温度補償デバイス51の温度変化による熱変位は第1及び第2A1ブラケット52、53を介して光ファイバ1に伝えられることになる。これにより、光ファイバ1の温度補償デバイス51に固定されている部分への曲げ応力の作用を抑制した上で、温度補償デバイス51の熱変位をより適切に光ファイバ1に伝えることができ、光ファイバ1（回折格子部4）を第1A1ブラケット52及び第2A1ブラケット53内の対称中心 $\gamma$ 3上に配設したものと相まって、回折格子部4が形成された光ファイバ1に加わる張力をより適切に変化させること



ができる。また、第5の実施形態と同様に、回折格子部4が形成された光ファイバ部分に保護層を設ける等の再被覆（リコート）を容易に行うことが可能となる。

【0057】上述した各実施形態の変形例として、光ファイバ1のクラッド部の周囲に設けられた被覆層が所定長さにわたって除去されてクラッド部が露出している露出部分に対して、光ファイバ1の中心軸方向に沿って光ファイバ1のコア部の屈折率が変化する回折格子部4を所定領域形成し、この被覆層が除去された状態の光ファイバを温度補償デバイスに固定するように構成してもよい。

【0058】また、第1、第3及び第5の実施形態において、回折格子部4が形成された1本の光ファイバ1を基材2、22（第5の実施形態においては、第1A1ブラケット42及び第2A1ブラケット43）内の略対称軸 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 $\alpha 3$ 上の位置に配設しているが、略対称軸 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 $\alpha 3$ 上の位置に配設される光ファイバ1の本数は1本に限られるものではない。回折格子部4が形成された複数本の光ファイバ1を略対称軸 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 $\alpha 3$ 上に沿って配設するようにしても良い。例えば、第1の実施形態の変形例として、フランジ面5a及びフランジ面6aに、V字状の溝部5b、6bを各々複数形成し、この複数形成されたV字状の溝部5b、6b間にそれぞれの光ファイバ1を配設するように構成することが考えられる。

【0059】また、第1及び第2の実施形態においては、第1基材5、15と第2基材6、16とを接着固定しているが、機械的なクランプ機構により光ファイバ1を基材2に固定するように構成しても良い。更に、第1基材5、15と第2基材6、16として、第1基材5、15及び第2基材6、16の両端部に所定高さを有する

凸部が形成されているものを用いてもよい。この場合には、凸部に光ファイバ1を挟持するための溝部を形成し、凸部を当接させ光ファイバ1を挟持した状態で第1基材5、15と第2基材6、16とを接合固定して、光ファイバ1を基材2、12固定することになる。

【0060】また、第3及び第4の実施形態においては、接着剤23による光ファイバ1の固定が基材22、32の光ファイバ1の中心軸方向での両端部においてなされているが、光ファイバ1の中心軸方向での両端部間にわたって接着剤23により光ファイバ1を基材22、32に固定するように構成しても良い。

【0061】また、第5又は第6の実施形態において、第1A1ブラケット42、52及び第2A1ブラケット43、53（第1ブラケット46、48、56、58及び第2ブラケット47、49、57、59）とにより光ファイバ1を挟持として固定する構成の代わりに、図8又は図9に示すような、光ファイバ1を埋め込むことができる溝部を有する形状のA1ブラケットを設け、このA1ブラケットに光ファイバ1を接着固定する構成のものでよい。

【0062】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、光ファイバの光学特性を悪化させることなく、回折格子が形成された光ファイバ部分を基材等の温度補償デバイスに対して確実に固定することができる光ファイバ回折格子を有する光学装置を提供することが可能となる。更に、回折格子が形成された光ファイバ部分を基材の略対称軸上の位置に、あるいは、略対称中心の位置に配設し得る構造を簡易且つ低コストで実現することが可能となる。